目录

选择题篇 …… 1

计算题篇 …… 60

选择题篇答案解析

1.【答案】 C

【解析】 太阳处在椭圆轨道的一个焦点上,而不是中心,故 A 项错误.

由开普勒第二定律可知,对每一个行星而言,太阳与行星的连线在相同时间内扫过的面积相等. 行星与太阳之间的距离在变化,所以行星在椭圆轨道上运动的速度大小不断变化,故 B 项错误.

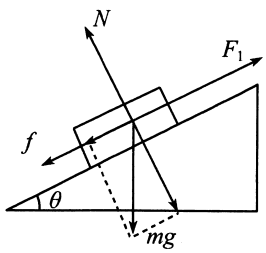
由开普勒第三定律,$\frac{a^3}{T^2}$为定值,故 C 项正确.

开普勒第二定律是针对同一颗行星而言的,而不是两颗行星,故 D 项错误.

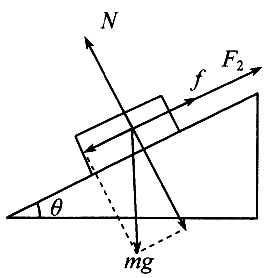
2.【答案】 C

【解析】 过程分析:本题首先要弄清楚 F_1 和 F_2 对应的物块受力状态. 我们可以想到,当 F 最大时,物块是有向上运动的趋势的,摩擦力沿斜面向下;当 F 最小时,物块是有向下运动的趋势的,摩擦力沿斜面向上. 由此来分析受力情况. f 为物块与斜面间的最大静摩擦力.

F 最大,等于 F_1 时,如图所示.



F 最小,等于 F_2 时,如图所示.



问题求解:

F 最大时

$F_1 = f + mg\sin\theta$ ①

F 最小时

$F_2+f=mg\sin\theta$ ②

由①和②只能算出 f. 故 C 项正确.

3.【答案】 C

【解析】 小球做竖直上抛运动,从抛出到落地的整个过程是匀变速运动,根据位移时间关系公式,有:$x=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$,

代入数据,有:$0=6t-\frac{1}{2}\times10\times t^2$,解得:$t=0$(舍去)或 $t=1.2$ s

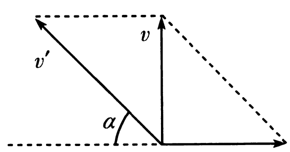
每隔 0.2 s 抛出一个小球,故第一个小球在抛出点以上能遇到的小球数为:$N=\frac{t}{T}-1=5$,故 C 项正确.

4.【答案】 A

【解析】 对夹子和木块组成的整体受力分析,当 F 最大时,产生的加速度最大,根据牛顿第二定律得:$F_m-(M+m)g=(M+m)a_m$;此时对木块进行受力分析,根据牛顿第二定律得:$2f-Mg=Ma_m$,解得 $F_m=\frac{2f(M+m)}{M}$,故 A 项正确.

5.【答案】 B

【解析】



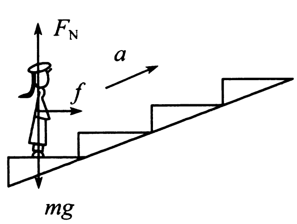
根据角度进行速度分解,向上的速度是杆的分速度,垂直于杆的速度 $v'=\frac{v}{\sin\alpha}$,又角速度和线速度关系:$\omega=\frac{v'}{L}=\frac{v}{L\sin\alpha}$. 故 B 项正确.

6.【答案】 C

【解析】 电梯匀速运动过程中,顾客受到重力和电梯对其的支持力,故 A 项错误.

缓慢加速上升过程中,顾客处于超重状态;匀速上升过程中,重力和支持力大小相等,方向相反,顾客处于平衡状态,故 B 项错误.

在慢慢加速过程中,顾客的加速度指向右上方,顾客受到的摩擦力水平向右,电梯对其支持力和摩擦力的合力方向指向右上方,由牛顿第三定律可知,顾客对电梯的作用力方向指向左下方;在匀速运动过程中,顾客与电梯间的摩擦力等于零,顾客对电梯的作用力仅剩下压力,方向竖直向下,故 C 项正确,D 项错误.



7.【答案】 D

【解析】 由题图可知:在 T 时间内,甲车前进了 s_2,乙车前进了 s_1+s_2,T 时刻两车速度相同,此时若乙车还未追上甲车,以后两车不可能再相遇. 当 $s_0=s_1+s_2$ 时,甲车与乙车相距 $s_1+2s_2-(s_1+s_2)=s_2>0$,表示 T 时刻乙车还未追上甲车,所以两车不会相遇,故 A 项正确,与题意不符.

若 $s_0<s_1$,甲车与乙车相距 $s_0+s_2-(s_1+s_2)=s_0-s_1<0$,表示在 T 时刻前乙车已经超越甲车,此后甲车速度大,还会反超乙车,两车相遇 2 次,故 B 项正确,与题意不符.

若 $s_0=s_1$,甲车与乙车相距 $s_0+s_2-(s_1+s_2)=0$,表示在 T 时刻两车恰好相遇,以后不再相遇,故 C 项正确,与题意不符.

若 $s_0=s_2$,甲车与乙车相距 $s_0+s_2-(s_1+s_2)=s_2-s_1$,已知 $s_2>s_1$,表示 T 时刻乙车还未追上甲车,所以两车不会相遇,故 D 项错,符合题意.

8.【答案】 C

【解析】 皮球向上运动所受重力与空气阻力方向都向下,根据牛顿第二定律 $a=g+\frac{kv}{m}$,随着 v 的减小,a 减小,但最后趋向于 g. 加速度越小,速度减小得越慢,加速度减小得越慢. 故 C 项正确.

9.【答案】 A

【解析】 根据能量守恒定律,物体上升时因为受空气阻力而将动能转化为内能,且刚抛出时势能最小,因此刚抛出时动能最大,速度也就最大,故 A 项正确.

在最高点只受到重力作用,加速度为 g,故 B 项错误.

上升时阻力向下,重力向下,合力向下且大于重力的大小,下降时阻力向上,重力向下,合力向下且小于重力的大小,因此上升时的加速度大于下落时的加速度,根据位移加速度公式 $s=\frac{1}{2}at^2$,上升和下降的位移相同,可得上升时间小于下落时间,故 C、D 项错误.

10.【答案】 C

【解析】 对小球进行受力分析,小球受到两个力的作用:一个是重力 mg,另一个是杆对小球的作用力 F,两个力的合力提供向心力;根据平行四边形定则可得:$F=m\sqrt{g^2+\omega^4R^2}$,再根据牛顿第三定律,作用力和反作用力的大小相等,方向相反,故 C 项正确.

11.【答案】 C

【解析】 问题求解:细线的张力处处相等,小环水平方向只受细线拉力的分力而平衡,所以小环左右两边细线与竖直方向的夹角是相同的. 对乙受力分析并由几何知识可知细线的张力 $T=m_2g$;对环 C 做受力分析可知其受到左右两段细线的作用力和杆 AB 的作用力,由于不存在摩擦力,所以杆 AB 对环 C 的作用力垂直于杆,那么两段细线对环 C 的作用力的合力也垂直于杆 AB,又因为细线的张力处处相等,由几何关系可知 C 环左侧细线与杆 AB 的夹角为 $45°$,再对甲做受力分析可得 $m_1g=\sqrt{3}T$,则 $m_1:m_2=\sqrt{3}=\tan 60°$,故 C 项正确.

易错项辨析:

本题的易错项为 B 项. 受力分析可知,各段细线受到的拉力相等,C 与乙的连线与直杆间的夹角 $\beta=45°$,则 C 与乙的连线竖直方向的夹角为 $60°$,C 与甲的连线与直杆的夹角也为 $45°$,则 C 与甲的连线与竖直方向的夹角为 $30°$,则有:

$2T\cos 30°=m_1g$,$2T\cos 60°=m_2g$,解得:$\frac{m_1}{m_2}=\tan 60°$.

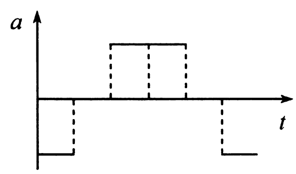
12.【答案】 A

【解析】 问题求解:因为滑块在 AB 滑道做离心运动,所以在经过 AB 时,速度越大,对斜面的压力越小,所受摩擦力越小,摩擦力做功越小;在 BC 滑道上做向心运动,速度越大,对斜面的压力越大,所受摩擦力越大,摩擦力做功越大.因为起始运动速率相等,滑块从 A 到 C 与从 C 到 A 相比,滑块从 A 到 C 运动时,由于摩擦阻力做功,在 AB 段运动的平均速度大于从 C 到 A 时在 AB 上运动的平均速度;在 BC 段上,由于摩擦阻力做功,滑块从 A 到 C 运动时,在 BC 段运动的平均速度小于从 C 到 A 时在 BC 段上运动的平均速度,所以在 AB 和 BC 段上,滑块从 C 到 A 过程中克服摩擦力做功都较大,因此滑块由 A 滑到 C 过程比由 C 滑到 A 过程的平均速率大,所以 $t_1<t_2$,故 A 项正确.

易错项辨析:本题的易错项为 B 项. 在 AB 段速度越大,克服摩擦力做功越少,在 BC 段速度越大,克服摩擦力做功越大. 所以从 A 到 C 过程与从 C 到 A 过程相比,前者克服摩擦力做功较少,损失的机械能较小,平均速度较大,所以 $t_1<t_2$.

13.【答案】 B

【解析】 $v-t$ 图象斜率表示加速度,所以加速度图象如图所示.



由牛顿第二定律可知 $F-mg=ma$,所以支持力 $F=ma+mg$,物体重力保持不变,所以 $F-t$ 图象相当于将 $a-t$ 图象向上平移,故 B 项正确.

14.【答案】 B

【解析】 鸟沿虚线斜向上加速飞行时,空气作用力和重力的合力提供鸟的加速度,合力方向与鸟的运动方向相同,重力方向竖直向下,根据矢量运算法则,空气作用力方向只能在飞行方向和竖直线以内的角度范围,故 B 项正确.

易错项辨析:本题的易错项为 D 项. 小鸟在空中飞行时受两个力的作用,分别是重力和空气对其的作用力,这两个力的合力方向应与小鸟飞行的方向相同,所以空气对其的作用力只可能是 F_2. 这里要注意的是小鸟飞行时翅膀对空气有作用力,空气对翅膀有反作用力,正是这个反作用力才使小鸟能飞起,鱼在水中游也可类似分析.

15.【答案】 A

【解析】 由于飞机水平匀速飞行,所以三颗炸弹在空中的轨迹水平位移差相等,且任意水平高度轨迹之间的距离都设为 L. 若地面水平,则三颗炸弹 A、B、C 的落地间距相等为 L. 当地面开始倾斜,第一颗炸弹 A 落地后,若第二颗炸弹 B 在空中经历和 A 在空中相等的时间 t,B 距离斜面为 h,此时其竖直速度为 v_1,该时刻到 B 落地用时为 t_1,那么 B 落地时与 A 之间的水平间距会比斜面水平时多 v_0t_1;当 B 落地后,第三颗炸弹 C 在空中经历和 B 在空中相等的时间 $t+t_1$,距离斜面高度同样为 h,但其竖直速度 v_2 比 v_1 大,则其从该时刻到落地用时 t_2 比 t_1 小,那么 C 落地时与 B 之间的水平间距会比斜面水平时多 v_0t_2,而 $v_0t_2<v_0t_1$,则 $L+v_0t_2<L+v_0t_1$,即 BC 间的水平间距小于 AB 间的水平间距,所以第三颗炸弹将落在 bc 之间,故 A 项正确.

16.【答案】 D

【解析】 撤去挡板前，题图甲和题图乙中的 A、B 球受力一样，A 球受到弹簧(轻杆)对它沿斜面向上的支持力 $mg\sin\theta$，B 球受到弹簧(轻杆)对它沿斜面向下的压力 $mg\sin\theta$，还受到挡板对它沿斜面向上的支持力 $2mg\sin\theta$. 撤去挡板后，轻杆受力可突变，而弹簧因为没有来得及改变形变量而不能改变受力，所以题图甲中 A 加速度依然为零，B 的加速度为 $2g\sin\theta$，题图乙中杆对 A、B 不再有力的作用，所以 A、B 均以 $g\sin\theta$ 的加速度沿斜面下落，故 D 项正确.

17.【答案】 B

【解析】 汽车刹车做匀变速直线运动，应有 $s=v_0t-\frac{1}{2}at^2$，对比可知 $v_0=24\ \text{m/s}$，a 大小为 $12\ \text{m/s}^2$，做匀减速运动；由 $v_0=at$ 可知 $t=2\ \text{s}$ 时汽车静止，走过的位移为 $\frac{{v_0}^2}{2a}=24\ \text{m}$，所以汽车在 3 s 内的位移等于其在 2 s 内的位移，平均速度为 $\frac{24}{3}\ \text{m/s}=8\ \text{m/s}$，故 B 项正确.

18.【答案】 A

【解析】 物体做平抛运动，$gt=v_y$，$\frac{v_0}{v_y}=\tan 30°=\frac{\sqrt{3}}{3}$，$t=\sqrt{3}\ \text{s}$，故 A 项正确.

19.【答案】 D

【解析】 在坡顶，根据牛顿第二定律有 $mg-N=\frac{mv^2}{r}$，得 $N=mg-\frac{mv^2}{r}<mg$，在坡谷，有 $N-mg=\frac{mv^2}{r}$，得 $N=mg+\frac{mv^2}{r}>mg$，汽车在坡谷处受到的支持力较大，在半径较小的 d 处受到的支持力最大，故在 d 处最容易爆胎，选 D.

20.【答案】 C

【解析】 物体重力垂直于斜面方向的分力：$G_y=mg\cos 30°=4.9\sqrt{3}\ \text{N}$，物体在垂直于斜面方向受力平衡，所以斜面对物体的支持力大小为 $4.9\sqrt{3}\ \text{N}$，方向垂直斜面向上，故 A、B、D 项错误.

物体重力沿斜面方向的分力：$G_x=mg\sin 30°=1.0\times 9.8\times 0.5\ \text{N}=4.9\ \text{N}$，与弹簧的弹力大小相等，根据共点力平衡，知物体不受摩擦力作用，故 C 项正确.

21.【答案】 D

【解析】 A 与木板间的最大摩擦力 $f_{A\text{m}}=\mu m_Ag=0.2\times 1\times 10\ \text{N}=2\ \text{N}$，$B$ 与木板间的最大摩擦力 $f_{B\text{m}}=\mu m_Bg=0.2\times 2\times 10\ \text{N}=4\ \text{N}$. 由于 $F<f_{A\text{m}}<f_{B\text{m}}$，故 A、B 与木板相对静止，整体在 F 的作用下向左匀加速运动，故 A 项错误.

因为 $F<f_{A\text{m}}<f_{B\text{m}}$，$A$、$B$ 与木板相对静止，整体在力 F 的作用下向左匀加速运动，根据牛顿第二定律有 $F-f_A=m_Aa$，所以 $f_A=F-m_Aa<F=1.5\ \text{N}$，故 B 项错误.

$F=4\ \text{N}>f_{A\text{m}}$，$A$ 相对木板滑动，滑动摩擦力为 $f=f_{A\text{m}}=2\ \text{N}$，木板和 B 仍然相对静止，轻质木板，所以 B 受到的摩擦力 $f_B=2\ \text{N}$，故 C 项错误.

$F=8\ \text{N}>f_{A\text{m}}$，与 C 项分析同理，$B$ 受到的摩擦力 $f_B=2\ \text{N}$，B 的加速度 $a_B=\frac{f_B}{m_B}=\frac{2}{2}\ \text{m/s}^2=1\ \text{m/s}^2$，故 D 项正确.

22.【答案】 B

【解析】 以向右为力的正方向，对 Q 物块，物块受到向右的摩擦力和向左的拉力，由物块处于平衡态可得 $T-f=0$，且 Q 与 P 之间摩擦力为 $f=\mu mg$，对 P 物块，物块受到向左的拉力，物块 Q 给的向左的摩擦力，地面给的向左的摩擦力，以及向右的拉力，由物块 P 处于平衡态可得 $F-f-T-f_1=0$，P 与地面之间的摩擦力 $f_1=2\mu mg$，联立求解，得 $F=4\mu mg$，故 B 项正确.

23.【答案】 B

【解析】 问题求解:由$\frac{GMm}{R^2}=mg$,得$g=\frac{GM}{R^2}$,所以$\frac{g_{星}}{g_{地}}=\frac{M_{星}}{M_{地}}\times\left(\frac{R_{地}}{R_{星}}\right)^2=36$. 物体做平抛运动,有:$h=\frac{1}{2}gt^2$,$x=v_0t$,由此可得:$\frac{x_{星}}{x_{地}}=\frac{t_{星}}{t_{地}}=\sqrt{\frac{g_{地}}{g_{星}}}=\frac{1}{6}$,所以$x_{星}=10\ \text{m}$,故B项正确.

易错项辨析:

本题的易错项为C项. 物体做平抛运动,有:$x=v_0t$,$h=\frac{1}{2}gt^2$,所以射程$x=v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$,由$\frac{GMm}{R^2}=mg$可知,$\frac{g_{星}}{g_{地}}=\frac{M_{星}}{M_{地}}\times\left(\frac{R_{地}}{R_{星}}\right)^2=36$,所以$\frac{x_{星}}{x_{地}}=\frac{t_{星}}{t_{地}}=\sqrt{\frac{g_{地}}{g_{星}}}=\frac{1}{6}$.

24.【答案】 B

【解析】 问题求解:设甲和乙的加速度为a,AB两地距离为s,甲前进距离为s_1时所用时间为t_1,乙从静止到到达B地所用时间为t_2,则可得:$s_1=\frac{1}{2}at_1{}^2$,$s=\frac{1}{2}a(t_1+t_2)^2$,$s-s_1=at_1t_2+\frac{1}{2}at_2{}^2$,$s-s_2=\frac{1}{2}at_2{}^2$,联立方程解得$s=\frac{(s_1+s_2)^2}{4s_1}$,故B项正确.

易错项辨析:本题的易错项为C项. 解本题的关键"最后二人同时到达B地"和乙行走的实际距离为$s-s_2$,可得甲行走s_1时用时为t_1,乙行走距离$s-s_2$用时t_2,联立即可解得.

25.【答案】 D

【解析】 问题求解:根据题意得此双星系统之间的万有引力为$F=\frac{GM_{S2}M_{S1}}{r^2}$,对于$S_1$,万有引力提供向心力,有$\frac{GM_{S2}M_{S1}}{r^2}=M_{S1}\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r_1$,则$M_{S2}=\frac{4\pi^2r^2r_1}{GT^2}$,故D项正确.

易错项辨析:

本题的易错项为A项. 解双星问题时,一定要注意引力半径和轨道半径的区别,且两星的周期相等. 本题中由万有引力定律可知:$\frac{GM_{S2}M_{S1}}{r^2}=M_{S1}\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r_1$,由前面等式即可求出$M_{S2}$.

26.【答案】 C

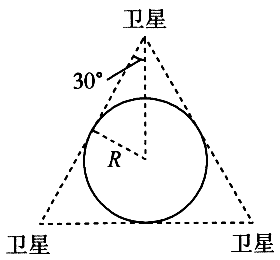
【解析】 当小物件以较大速度做平抛运动时,则小物件不应碰到窗口右侧的上沿,则可得$h=\frac{1}{2}gt_1{}^2$,$L=v_1t_1$,解得$t_1=0.2\ \text{s}$,$v_1=7\ \text{m/s}$,故小物件速度的上限为7 m/s;当小物件以较小速度做平抛运动时,则小物件不应碰到窗口左侧的下沿,则可得$H+h=\frac{1}{2}gt_2{}^2$,$d+L=v_2t_2$,解得$t_2=0.6\ \text{s}$,$v_2=3\ \text{m/s}$,故小物件的速度范围为$3\ \text{m/s}<v<7\ \text{m/s}$,故C项正确.

27.【答案】 B

【解析】 对题图甲有:$F_1-mg\sin\theta-F_{f1}=0$,$N-mg\cos\theta=0$,$F_{f1}=\mu N$,联立可解得$F_1=mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta$. 对题图乙有:$F_2\cos\theta-mg\sin\theta-F_{f2}=0$,$N'-F_2\sin\theta-mg\cos\theta=0$,$F_{f2}=\mu N'$,联立可解得$F_2=\frac{mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta}{\cos\theta-\mu\sin\theta}$. 所以$\frac{F_1}{F_2}=\cos\theta-\mu\sin\theta$,故B项正确.

28.【答案】 B

【解析】 问题求解:地球自转变快时,同步卫星的周期相应变短,根据$\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$可得$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$,高度必然变低,最低时三颗卫星形成的三角形恰好为地球的外接三角形,如图所示:



由几何关系得,卫星的轨道半径为$r=\frac{R}{\sin 30°}=2R$,由开普勒第三定律$\frac{r_1^{\ 3}}{T_1^{\ 2}}=\frac{r_2^{\ 3}}{T_2^{\ 2}}$,代入题中数据得$\frac{(6.6R)^3}{(24\ \text{h})^2}=\frac{(2R)^3}{T_2^{\ 2}}$,解得$T_2\approx 4$ h,故B项正确.

易错项辨析:

本题的易错项为C项. 地球的自转周期变小,同步卫星的周期也应变小,所以同步卫星的轨道半径应该变低,但只能用三颗卫星来实现,所以卫星与地球的位置关系应如上图所示,即轨道半径为$2R$,已知当$r=6.6R$时,$T=24$ h,由公式$\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$,可计算出$GM$,再把$r=2R$代入即可计算.

29.【答案】 B

【解析】 在椭圆轨道的远地点P时,人造卫星点火加速,进入到轨道2做圆周运动,两个轨道在P点的速度不同,但是都是由万有引力提供向心力,加速度相同,故A项错误,B项正确.

在轨道1上,近地点与远地点和地球的距离不同,万有引力不同,所以加速度不同,故C项错误.

卫星在轨道2上的不同位置,速度方向不同,因此动量不同,故D项错误.

30.【答案】 C

【解析】 问题求解:对a环受力分析如图1,ab间距离等于半径,所以ab弦对应的圆心角为60°,圆心和a的连线与竖直方向夹角为30°,根据平行四边形定则及几何关系,可得a与圆心的连线平分穿过a的两绳形成的角,穿过a的两绳夹角为60°,穿过小物块的两绳夹角为120°.

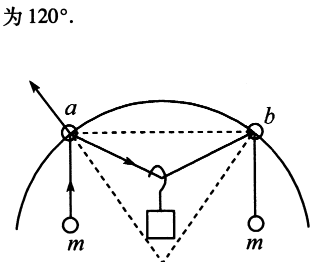


图1

假设物块质量为 m'，对结点受力分析如图2，根据平衡关系可知 $m'g = 2mg\cos 60°$，解得物块质量为 $m' = m$，故 C 项正确.

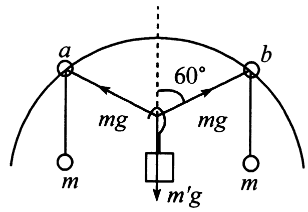


图2

易错项辨析：

本题的易错项为 B 项. 本题易错的原因是很多学生错误认为当 a、b 环之间的距离等于圆弧半径时，挂钩与细线的接触点恰好在圆弧的圆心，其实不然，若挂钩在圆心，则 $a(b)$ 受力就不可能平衡，要使 a 平衡，则 a 受到两侧细线的拉力方向应该关于 a 与圆弧圆心的连线对称，然后根据几何关系联立方程求解.

31.【答案】 D

【解析】 设小球在最低点的速度为 v_0，最高点的速度为 v_1，则 $N_1 - mg = m\dfrac{v_0^2}{R}$，$N_2 + mg = m\dfrac{v_1^2}{R}$，且 $\dfrac{1}{2}mv_0^2 - \dfrac{1}{2}mv_1^2 = mg \times 2R$，联立方程式可得：$N_1 - N_2 = 6mg$，故 D 项正确.

32.【答案】 D

【解析】 根据已知条件，"蛟龙号"在 t 时刻速度为零，在 0 时刻速度为 v，"蛟龙号"做匀减速直线运动，可以求得其加速度 $a = \dfrac{v}{t}$，分析逆过程，在 t_0 时刻相当于"蛟龙号"从 $v=0$ 开始以加速度 a 运动了 $(t - t_0)$，故 $h = \dfrac{1}{2}a(t - t_0)^2 = \dfrac{v(t - t_0)^2}{2t}$，故 D 项正确.

33.【答案】 C

【解析】 当"嫦娥五号"在 b 点时，开始上升，大气升力大于重力，因此合外力方向与重力方向相反，即"嫦娥五号"的加速度方向向上，"嫦娥五号"处于超重状态，故 A 项错误.

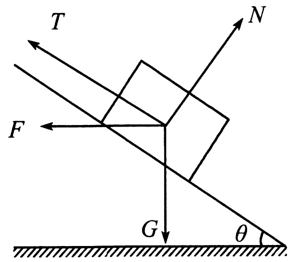
设"嫦娥五号"质量为 m，地球质量为 M，地球表面重力加速度为 g，根据公式 $mg = G\dfrac{Mm}{R^2}$ 得 $GM = gR^2$，在 d 点时，根据万有引力公式：$G\dfrac{Mm}{r^2} = ma$ 得加速度为 $a = G\dfrac{M}{r^2}$，又因为 $GM = gR^2$，即加速度为 $\dfrac{gR^2}{r^2}$，故 B 项错误.

根据动能定理，"嫦娥五号"从 a 运动到 c 过程中，大气阻力一直做负功，万有引力不做功，因此"嫦娥五号"在 a 点的动能大于在 c 点的动能，即在 a 点的速率大于在 c 点的速率，故 C 项正确.

从 c 运动到 e 点，无大气阻力，因此无机械能损失，而"嫦娥五号"在 c 点和 e 点的重力势能相同，所以 c 点的动能与 e 点的动能相等，即 c 点的速率和 e 点的速率相等，故 D 项错误.

34.【答案】 D

【解析】 对物块 Q 进行受力分析：



在施加 F 前，静摩擦力大小为 $f=|T-G\sin\theta|$，但无法判断物块是否受到静摩擦力，并且静摩擦力的方向未知. 在施加了 F 后，静摩擦力大小变为 $f=|T-G\sin\theta+F\cos\theta|$，仍无法判断物块是否受到静摩擦力，并且静摩擦力的方向仍未知，所以前后两值的大小无法比较，故 A、B 项错误.

C、D 项，对物块 P 进行受力分析，施加水平力 F 前后物块 P 均处于平衡状态，即轻绳的拉力大小与物块 P 的重力大小相等，所以拉力一定不变，故 C 项错误，D 项正确.

35.【答案】 A

【解析】 人受力可以看成两部分，一部分是重力，另一部分是椅子各部分对他的作用力的合力. 人处于平衡状态，根据平衡条件得椅子各部分对他的作用力的合力与重力等值反向，即大小是 G.

36.【答案】 C

【解析】 小球 A、B 做匀速圆周运动，所以加速度水平并指向转轴，合力也是水平并指向转轴，合力 $F_{合}=m\omega^2 r$，因为两球质量相等，到竖直转轴的距离也相等，所以两小球所受合力大小相等，故 A 项错误.

小球 A 受到垂直框架（可能指向圆心，也可能背离圆心）的支持力、竖直向下的重力，无论怎样，这两个力的合力都无法水平且指向转轴，所以肯定存在沿切线方向斜向上的摩擦力，故 B 项错误.

小球 B 受到垂直框架指向圆心的支持力、竖直向下的重力，这两个力的合力有可能水平且指向转轴，摩擦力可能为零，故 C 项正确.

小球 B 受到重力、框架对它的支持力以及摩擦力的作用，它们的合力提供小球 B 做圆周运动的向心力；若支持力和重力的合力不足以提供向心力，则 B 必定受到沿切线向下的摩擦力，此时增加角速度，摩擦力增大；若支持力和重力的合力刚好提供向心力，则 B 没有受到摩擦力的作用，此时增加角速度，摩擦力将增大；若支持力和重力的合力大于小球做圆周运动的向心力，则小球必定受到沿切线向上的摩擦力作用，此时增加角速度，摩擦力将减小，故 D 项错误.

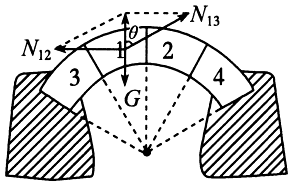
易错项辨析：本题的易错项为 D 项. 圆形框架转动的角速度较小时，小球 B 受到的摩擦力沿圆环向上，随着角速度的增大，摩擦力逐渐减小，角速度增大到一定值时，摩擦力为零，当角速度再增大，小球 B 受到的摩擦力沿圆环向下，当角速度再增大，摩擦力就越来越大，最后发生相对滑动.

37.【答案】 B

【解析】 设行星半径为 R，行星质量为 M，卫星质量为 m_0，由卫星绕行星表面做匀速圆周运动，且速度为 v，即 $G\frac{Mm_0}{R^2}=m_0\frac{v^2}{R}$，而行星表面所测物体重力为其所受万有引力，即 $N=G\frac{Mm}{R^2}$，两式联立可得：$M=\frac{mv^4}{GN}$，故 B 项正确.

38.【答案】 B

【解析】 对石块 1 受力分析,如图



由几何关系知 $\theta = 60°$,所以 $N_{12}:N_{13} = \sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2}$,故 B 项正确.

39.【答案】 A

【解析】 $s-t$ 图象的斜率表示运动速度,所以物体 A、B 做匀速直线运动,且 $v_A > v_B$,物体 A 从第 3 s 才开始运动,故 A 项正确.

由题图知物体 B 运动开始位置在物体 A 运动开始位置前方 5 m,且比物体 A 提前 3 s 开始运动,故 B 项错误.

由题图知,在 5 s 内物体 A、B 的位移相同,但运动时间不等,所以平均速度不等;物体 A、B 在第 5 s 开始时相遇,5 s 末 A 运动到 B 前方,故 C、D 项错误.

40.【答案】 B

【解析】 在 t_1 时刻,物块速度为零,加速度向右,所以 t_1 时刻,小物块离 A 处的距离达到最大,故 A 项错误.

从开始至 t_2 时刻,小物块速度先逐渐减小至 0,后反向逐渐增大至和传送带速度相等,故 B 项正确.

从开始至 t_2 时刻,小物块加速度始终向右,则小物块受到的摩擦力方向不变,故 C 项错误.

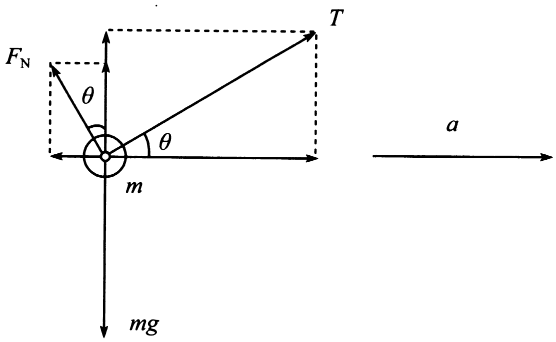
$t_2 \sim t_3$ 时间内,小物块速度不变,则物块受力平衡,不受摩擦力作用,故 D 项错误.

41.【答案】 A

【解析】 设绳的张力为 T,对物块 A 受力分析,$T = mg\sin 30° = \frac{mg}{2}$,对 B 受力分析,$2T\cos 45° = m_B g$,代入得 $m_B = \frac{\sqrt{2}}{2}m$,故 A 项正确.

42.【答案】 A

【解析】 过程分析:受力分析如图:



问题求解：$T\cos\theta - F_N\sin\theta = ma$ ①

$T\sin\theta + F_N\cos\theta = mg$ ②

由①②可得 $T = m(g\sin\theta + a\cos\theta)$

$F_N = m(g\cos\theta - a\sin\theta)$，故 A 项正确.

43.【答案】 B

【解析】 已知 P 点受到竖直向下的重力、沿 OP 方向的支持力和沿 PQ 方向的拉力，根据共点力的平衡可列：$F_{OP}\cdot\sin 45° = G + F_{PQ}\cdot\sin 30°$，$F_{OP}\cdot\cos 45° = F_{PQ}\cdot\cos 30°$，解得颈椎的支持力 $F_{OP} = 3.35G$，根据牛顿第三定律，颈椎受到的压力等于颈椎对头部的支持力，约为重力的 3.3 倍，因此，颈椎受到的压力约为直立时颈椎受到压力的 3.3 倍，故 B 项正确.

44.【答案】 C

【解析】 人匀速向上运动时，摩擦力与重力相平衡，下滑时也如此，摩擦力方向始终向上，且大小始终等于重力，故 C 项正确.

45.【答案】 A

【解析】 物体受到推力、重力、摩擦力、支持力的作用处于平衡状态，所以推力 F 和物体 M 受到的摩擦力的合力方向与重力、支持力的合力方向相反. 由题意知，物体竖直方向受力平衡，那么支持力一定大于重力，所以重力、支持力的合力竖直向上，故推力 F 和物体 M 受到的摩擦力的合力方向竖直向下，故 A 项正确.

46.【答案】 C

【解析】 由开普勒第二定律知，太阳和行星的连线在相等的时间里扫过的面积相等，取足够短的时间 Δt，则有：

$v_a\cdot\Delta t\cdot a = v_b\cdot\Delta t\cdot b$，所以 $v_b = \frac{a}{b}v_a$. 故 C 项正确.

47.【答案】 D

【解析】 设太阳质量为 M，则太阳对两颗行星的引力分别为 $F_1 = G\frac{Mm_1}{{r_1}^2}$，$F_2 = G\frac{Mm_2}{{r_2}^2}$，由牛顿第二定律可知，两颗行星的向心加速度为 $a_1 = G\frac{M}{{r_1}^2}$，$a_2 = G\frac{M}{{r_2}^2}$，所以$\frac{a_1}{a_2} = \frac{{r_2}^2}{{r_1}^2}$. 故 D 项正确.

48.【答案】 B

【解析】 匀加速直线运动中，加速度和速度方向相同，即 A 项正确，故不选择 A 项.

加速度的正负取决于正方向的选取，加速度方向与规定的正方向相同时加速度为正值，反之为负值，所以无论是匀加速还是匀减速，加速度有可能是正值也有可能是负值，即 B 项错误，C 项正确，故选择 B 项，不选择 C 项.

当规定初速度方向为正方向时，匀加速直线运动中的加速度与速度方向相同，故取正值，即 D 项正确，故不选择 D 项.

49.【答案】 D

【解析】 问题求解：以帆板为参照物，在东西朝向，帆船相对于帆板向东运动；在南北朝向，帆船相对于帆板向北运动；二者速度大小相等，因此帆船朝北偏东 45°方向航行，速度大小为 $\sqrt{v^2+v^2} = \sqrt{2}v$，故 D 项正确.

易错项辨析：

本题的易错项为 C 项. 相对运动可用公式 $v_{相} = v_1 - v_2$，其中 v_1 为物体本身的速度，v_2 为参照物的速度. 本题中，参照物帆板向正西方向航行，即 $v_2 = v$，方向为正西方向，则 $-v_2$ 为正东方向，而 $v_1 = v$，方向为正北方向，所以 $v_{相} = \sqrt{2}v$，方

向朝北偏东45°，这里要注意的是，矢量的相加减不同于代数的相加减，矢量的相加减要用矢量的合成法则，即平行四边形定则.

50.【答案】 D

【解析】 乒乓球发射机可以选择合适的方向进行发射，若垂直于球台短边发射，可以得到最低的临界发射速度使球刚好通过球网上方；若瞄准对面球台的边角位置，可以得到最高的临界发射速度使球刚好落到球台边角. 这两种情况下球均做平抛运动，平抛运动的运动学公式为，水平方向，$x=vt$，竖直方向，$y=\frac{1}{2}gt^2$，可以求得 $v=x\sqrt{\frac{g}{2y}}$. 求最低临界发射速度的运动过程为从抛出点到恰好通过球网上方，$x=\frac{L_1}{2}$，$y=3h-h=2h$，代入可得最低的临界发射速度为 $v_{\min}=\frac{L_1}{4}\sqrt{\frac{g}{h}}$；求最高临界发射速度的运动过程为从抛出点到对面球台边角位置，$x=\sqrt{{L_1}^2+\frac{{L_2}^2}{4}}$，$y=3h$，代入可得最高的临界发射速度为 $v_{\max}=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{(4{L_1}^2+{L_2}^2)g}{6h}}$. 因此 v 的取值范围为 $\frac{L_1}{4}\sqrt{\frac{g}{h}}<v<\frac{1}{2}\sqrt{\frac{(4{L_1}^2+{L_2}^2)g}{6h}}$，故 D 项正确.

51.【答案】 D

【解析】 对于做圆周运动的天体，万有引力提供向心力 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，可得 $T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}$，轨道半径越大，周期越大，故 A 项错误.

万有引力提供向心力 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，可得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，轨道半径越大，线速度越小，故 B 项错误.

C 项，万有引力提供向心力 $\frac{GMm}{r^2}=ma$，可得 $a=\frac{GM}{r^2}$，轨道半径越大，加速度越小，故 C 项错误.

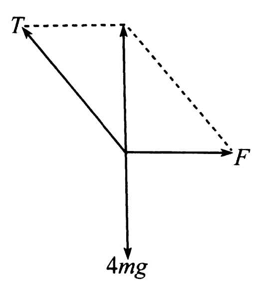
D 项，由 $\frac{GMm}{r^2}=mr\omega^2$，可得 $\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，轨道半径越大，角速度越小，故 D 项正确.

52.【答案】 B

【解析】 旋转舱绕其轴线匀速旋转时，宇航员站在旋转舱内圆柱形侧壁上，受到的旋转舱的支持力提供其圆周运动所需的向心力，且等于重力，所以 $F_N=m\omega^2r=mg$，所以有 $g=\omega^2r$，与宇航员的质量无关；旋转舱的半径 r 越大，转动的角速度 ω 就应越小，故 B 项正确.

53.【答案】 C

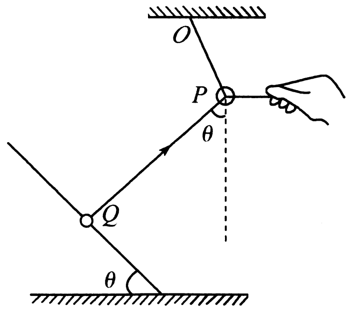
【解析】 设风力为 F，第一只灯笼对第二只灯笼的拉力为 T，把下面四个灯笼看做一个整体，对其进行受力分析：



可列出平衡方程，$T\cos 30°=4mg$，可解出 $T=\frac{8\sqrt{3}}{3}mg$，故 C 项正确.

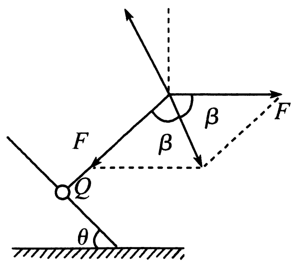
54.【答案】 D

【解析】 当轻环再次静止不动时,处于如图甲所示的状态:



甲

设 OP 绳与天花板的夹角为 β,以滑轮为研究对象进行受力分析,如图乙所示:



乙

由于是同一条直线,则滑轮两边的细绳所受的力大小相等,根据几何关系可知滑轮两边细绳与 OP 的夹角也为 β,由于滑轮右边的直线与天花板平行,即处于水平状态,则根据角之间的几何关系可列出方程 $\beta+\beta-\theta=90°$,可解出 $\beta=45°+\frac{\theta}{2}$,故 D 项正确.

55.【答案】 D

【解析】 设弹簧原长为 x,则有 $G=k(L_1-x)$,$G=k(x-L_2)$,联立解得 $k=\frac{2G}{L_1-L_2}$,故 D 项正确.

56.【答案】 A

【解析】 平抛运动水平方向为匀速直线运动,竖直方向为自由落体运动,小球恰好沿 B 点的切线方向进入圆轨道,说明小球在 B 点时,合速度方向沿着圆轨道的切线方向. 将合速度正交分解,根据几何关系可得,其与水平方向的夹角为 α,所以竖直方向速度 $v_y=v_0\tan\alpha$,运动时间为 $t=\frac{v_y}{g}=\frac{v_0\tan\alpha}{g}$,所以 A、B 之间的水平距离为 $x=v_0t=\frac{{v_0}^2\tan\alpha}{g}$,故 A 项正确.

57.【答案】 C

【解析】 当小船往右上方方向，沿对角线航行，恰好不到危险区时，有最小速度. 设合速度方向与水流速度方向夹角为 θ，则 $\tan\theta=\frac{100}{100\sqrt{3}}=\frac{\sqrt{3}}{3}$，故 $\theta=30°$. 水流速度方向和大小确定，合速度方向也确定，通过画圆法可得当船速与合速度方向垂直时，有最小船速，$v_{\min}=v_{水}\sin\theta=2\ \text{m/s}$，故 C 项正确.

58.【答案】 C

【解析】 当 a、b 加速时，由图象可以看出，b 的斜率大于 a 的斜率，所以 b 的加速度大于 a 的加速度，故 A 项错误.

20 s 时，a 的位移大于 b 的位移，且 a 的正向速度大于 b 的正向速度，所以 20 s 时，a、b 不是相距最远，故 B 项错误.

由图象可以看出，60 s 时，a 的位移为 $\left(\frac{(10+40)\times 20}{2}+40\times 40\right)\text{m}=2\ 100\ \text{m}$，$b$ 的位移为 $\frac{40\times 80}{2}\text{m}=1\ 600\ \text{m}$，所以物体 a 在物体 b 前方，故 C 项正确.

40 s 时，a 的位移为 1 300 m，b 的位移为 400 m，相距 900 m，故 D 项错误.

59.【答案】 B

【解析】 在斜面运动的过程中根据动能定理得：$\frac{1}{2}mv^2=\frac{mgR}{2}$，根据向心力公式有：$N=\frac{mv^2}{R}$，综合以上两式解得：$N=mg$，故正确答案为 B.

60.【答案】 C

【解析】 设星球密度为 ρ，半径为 R，所以星球质量为 $M=\rho V=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$. A 点的重力加速度为 P 点的 90%，说明在 A 点，引力的 10% 提供该点物体随星球自转所需向心力，所以 $m\frac{4\pi^2}{T^2}R=0.1\frac{GMm}{R^2}$，将星球质量代入可得 $\rho=\frac{30\pi}{GT^2}$，故 C 项正确.

61.【答案】 C

【解析】 做曲线运动的物体，其速度一定变化，但加速度不一定变化，比如平抛运动，加速度恒为重力加速度，故 A 项错误.

只有匀速圆周运动物体所受合外力才一定指向圆心，故 B 项错误.

当物体所受合力方向与运动方向相反，则一定做减速直线运动，故 C 项正确.

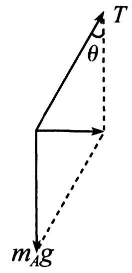
物体运动的速率在增加，则一定有加速度存在，但不一定与运动方向相同，比如平抛运动，合力方向与运动方向不相同，故 D 项错误.

62.【答案】 A

【解析】 设橡皮筋的劲度系数为 k，原长为 L_0，小球质量为 m，则稳定在竖直位置的时候，橡皮筋的伸长量 $x_1=\frac{mg}{k}$，则小球距离悬挂点距离 $h_1=L_0+\frac{mg}{k}$；设向左的加速度为 a，稳定的时候对其进行受力分析，设橡皮筋与竖直方向的夹角为 θ，则有：$T=\frac{mg}{\cos\theta}$，此时橡皮筋的伸长量 $x_2=\frac{T}{k}=\frac{mg}{k\cos\theta}$，小球距离悬挂点的位置 $h_2=(L_0+x_2)\cos\theta=L_0\cos\theta+\frac{mg}{k}<L_0+\frac{mg}{k}$，所以小球在竖直方向距离悬挂点的距离变短，小球的位置一定上升，故 A 项正确.

63.【答案】 A

【解析】 以 A 为研究对象,分析受力如图:



根据牛顿第二定律得:$m_Ag\tan\theta = m_Aa$,

得:$a = g\tan\theta$,方向水平向右.

对 B 研究得:小车对 B 的摩擦力 $f = ma = mg\tan\theta$,方向水平向右;

小车对 B 的支持力大小为 $N = mg$,方向竖直向上,则小车对物块 B 产生的作用力的大小为:

$F = \sqrt{N^2 + f^2} = mg\sqrt{1 + \tan^2\theta}$,方向斜向右上方,故 A 项正确.

64.【答案】 D

【解析】 超、失重的时候重力都不会改变,故 A 项错误.

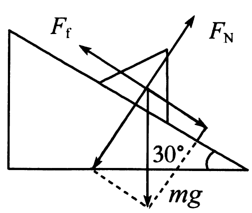
晓敏对体重计的压力与体重计对晓敏的支持力是作用力与反作用力的关系,大小相等,故 B 项错误.

此时晓敏受到的支持力小于重力,加速度方向向下,电梯可能在加速下降或者减速上升,故 C 项错误.

以竖直向下为正方向,有:$mg - F = ma$,可得 $a = \frac{g}{5}$,方向竖直向下,故 D 项正确.

65.【答案】 D

【解析】 对三棱柱进行受力分析如图:



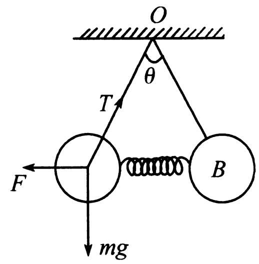
三棱柱在重力、支持力和摩擦力的作用下处于平衡状态,故有:$F_N = mg\cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$,$F_f = mg\sin 30° = \frac{1}{2}mg$,故 D 项正确.

66.【答案】 C

【解析】 木板沿斜面加速下滑时,猫保持相对斜面的位置不变,即相对斜面静止,加速度为零. 将木板和猫作为整体,根据牛顿第二定律得:$F_{合} = F_{猫} + F_{木板} = 0 + 2ma$($a$ 为木板的加速度),整体受到的合力的大小为猫和木板沿斜面方向的分力的大小,即 $F_{合} = 3mg\sin\alpha$,解得 $a = \frac{3}{2}g\sin\alpha$,故 C 项正确.

67.【答案】 A

【解析】 问题求解：如图，对 A 球进行受力分析.



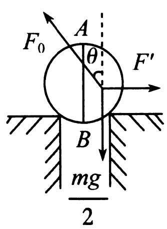
由力的三角形定则及三角函数关系可知：$\tan\dfrac{\theta}{2}=\dfrac{F}{mg}$，由胡克定律有：$F=kl$. 联立以上二式有：$l=\dfrac{mg\tan\dfrac{\theta}{2}}{k}$，故 A 项正确.

易错项辨析：

本题的易错项为 D 项. 对球 A 受力分析，在竖直方向有 $T\cos\dfrac{\theta}{2}=mg$，在水平方向有 $T\sin\dfrac{\theta}{2}=kx$，这里要注意的是 A 和 B 受到弹簧的弹簧大小相等，均为 kx，不是 $\dfrac{kx}{2}$，由以上两方程联立即可解得弹簧的压缩量 x.

68.【答案】 A

【解析】 当球以 AB 沿水平方向放置，可知 $F=\dfrac{1}{2}mg$；当小球竖直放置在光滑的支架上时，受力分析如图所示，以两半球为整体，隔离右半球受力分析如图所示：



可得：$F'=\dfrac{mg}{2}\tan\theta$，根据支架间距为 AB 的一半，可得 $\theta=30^\circ$，则$\dfrac{F}{F'}=\dfrac{1}{\tan\theta}=\sqrt{3}$，故 A 项正确.

69.【答案】 A

【解析】 甲做平抛运动，竖直方向有 $h=\dfrac{1}{2}gt^2$，得其运动时间为 $t_{甲}=\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$. 乙沿斜面滑下，位移 $x=\dfrac{h}{\sin 45^\circ}=\sqrt{2}h$，加速度 $a=g\sin 45^\circ=\dfrac{\sqrt{2}}{2}g$，根据公式 $x=v_0t+\dfrac{1}{2}at^2$，且甲、乙同时到达地面，则 $t=t_{甲}$，联立解得 $v_0=\dfrac{\sqrt{gh}}{2}$，故 A 项正确.

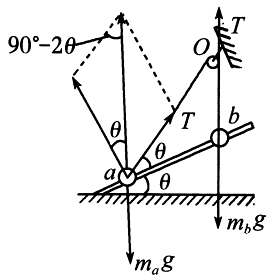
70.【答案】 C

【解析】 对 a 进行分析,a 受到重力、绳子的拉力和杆对 a 的弹力,一共受到 3 个力的作用,故 A 项错误.

对 b 进行分析,b 受到重力和绳子的拉力. 没有杆对 b 的弹力,否则 b 不能平衡,所以 b 受到两个力的作用,故 B 项错误.

对 b 分析,绳子拉力 $T = mg$,同一根绳子拉力相同,绳子对 a 的拉力等于 mg,故 C 项正确.

分别对 a、b 两球进行分析,如下图所示:



由正弦定理,$\frac{T}{\sin\theta} = \frac{m_ag}{\sin(90° + \theta)}$,解得 a 的重力为 $G_a = m_ag = \frac{mg}{\tan\theta}$,故 D 项错误.

易错项辨析:本题的易错项为 B 项. 先分析 b,受到重力、绳子的拉力,若还受到直杆的弹力时,则不能平衡,所以只受到两个力的作用,同理可分析 a 受三个力的作用,a 受力沿直杆方向的分力平衡,则有 $m_ag\sin\theta = mg\cos\theta$,解得:$m_a = m\cot\theta$.

71.【答案】 C

【解析】 释放瞬间,$v = 0$,所以空气阻力为零,甲乙两球的加速度都等于重力加速度,故 A 项错误.

甲乙两球先做加速度减小的加速运动,最后做匀速运动. 达到最大速度时,加速度为零,$m_1g = kv_1$,$m_2g = kv_2$,$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_1}{v_2}$,由题图可知,$v_1 > v_2$,所以 $m_1 > m_2$,故 B 项错误,C 项正确.

$v-t$ 图线与两坐标轴围成的面积即为位移,由题图可知,甲球围成的面积大于乙球,甲球下落的高度大于乙球,故 D 项错误.

72.【答案】 A

【解析】 问题求解:设加速度为 a、t 时间间隔前的速度为 v_1、t 时间间隔后的速度为 v_2、质量为 m,根据运动学规律有 ${v_2}^2 - {v_1}^2 = 2as$,$v_2 = v_1 + at$,$\frac{E_{k2}}{E_{k1}} = 9$,$E_{k1} = \frac{1}{2}m{v_1}^2$,$E_{k2} = \frac{1}{2}m{v_2}^2$,联立各式解得:$a = \frac{s}{t^2}$,故 A 项正确.

易错项辨析:本题的易错项为 B 项. 解这类问题,先根据条件把相关式子列出来,再根据所求量来组合这些式子,求出未知量.

73.【答案】 C

【解析】 飞船和空间实验室在同一轨道运行,若飞船加速,飞船轨道半径就会变大,若空间实验室减速,空间实验室轨道半径就会变小,都无法实现对接,故 A、B 项错误.

飞船先在比空间实验室半径小的轨道上适时加速,加速后飞船轨道半径逐渐变大并逐渐靠近空间实验室,在二者速度接近时实现对接,故 C 项正确.

飞船先在比空间实验室半径小的轨道上减速,飞船的轨道半径会越来越小,无法与空间实验室对接,故 D 项错误.

74.【答案】 A

【解析】 小球由静止下落与地面碰撞后，回到原高度，说明整个过程机械能守恒. 设小球起始高度为 h，则 $v=\pm\sqrt{2g(h-x)}$，由几何关系可知，A 选项图象符合题意，故 A 项正确.

75.【答案】 B

【解析】 设第一段的初始速度为 v，加速度为 a，根据匀变速直线运动公式，$v\times4+\frac{1}{2}a\times4^2=16$，$(v+4a)\times2+\frac{1}{2}a\times2^2=16$，解得：$a=\frac{4}{3}\ \text{m/s}^2$，故 B 项正确.

76.【答案】 C

【解析】 对整体进行受力分析，整体没有相对运动趋势，故 $f_3=0$；然后将 a 和 b 看成一个整体，ab 整体有相对于斜面下滑的趋势，故存在摩擦力，即 $f_2\neq0$；接着对 a 进行受力分析，a 与 b 之间有相对滑动趋势，故 $f_1\neq0$，故 C 项正确.

77.【答案】 A

【解析】 在 0 ~ 5 s 内加速度为 $a_1=0.2\ \text{m/s}^2$，方向是沿斜面向下，在 5 ~ 10 s 内加速度为 $a_2=0$，该段时间内物体匀速运动，在 10 ~ 15 s 内加速度为 $a_3=-0.2\ \text{m/s}^2$. 设斜面倾角为 θ，则 $mg\sin\theta-f-F=ma$，将上述数据代进去，则可得 $F_3>F_2>F_1$，故 A 项正确.

78.【答案】 A

【解析】 小球 AB 一起做匀加速直线运动时，AB 及弹簧整体分析，由牛顿第二定律得：$F-3mg=3ma$；对 B 进行隔离分析，有 $F_{弹}-2mg=2ma$，得到 $F_{弹}=\frac{2}{3}F$；剪断细线瞬间，弹簧弹力不能立刻改变，则弹簧弹力的大小为$\frac{2}{3}F$；剪断细线后，对 A 进行隔离分析，有 $F_{弹}+mg=ma'$，解得 $a'=\frac{F_{弹}+mg}{m}=\frac{2F}{3m}+g$，故 A 项正确.

79.【答案】 D

【解析】 0 ~ t_1 内，对传送带受力分析，物块对传送带的力的方向与传送带的速度方向相反，即物块对传送带做负功，故 A 项错误.

0 ~ t_1 内，物块具有沿斜面向上的加速度，对物块进行受力分析得 $\mu mg\cos\theta>mg\sin\theta$，推出 $\mu>\tan\theta$，故 B 项错误.

0 ~ t_2 内，设重力做功为 W_G（从速度图象中看出位移为负，所以重力所做总功为正），根据功能关系，传送带对物块做功 $W=\frac{1}{2}mv_2{}^2-\frac{1}{2}mv_1{}^2-W_G$，故 C 项错误.

根据功能关系，系统产生的热量等于物块重力势能的减少量和动能的减少量之和，由 $v-t$ 图象可知，在 0 ~ t_2 内，物块的重力势能减少量为正；在 $t=t_2$ 时刻之后，物块随传送带一起运动，系统不再产生热量，物块的动能也不再变化，所以系统产生的热量一定比物块动能的减少量大，故 D 项正确.

易错项辨析：

本题的易错项为 C 项. 0 ~ t_2 时间内物块在传送带上先向下滑，再向上滑，由题图乙知，下滑的位移大于上滑的位移，重力做功不为零，所以传送带对物块做功和重力对物块做功之和为$\frac{1}{2}m(v_2{}^2-v_1{}^2)$. 故选项 C 错误.

80.【答案】 D

【解析】 问题求解:“玉兔”在月球表面上有$\frac{GMm}{R^2}=mg_{月}$,可推出$GM=g_{月}R^2$,此时引力势能和动能均为零;在h高度的轨道上,有$\frac{mv^2}{R+h}=\frac{GMm}{(R+h)^2}$,则此时的动能为$E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\cdot\frac{GMm}{R+h}$,引力势能为$E_p=\frac{GMmh}{R(R+h)}$. 由能量守恒定律得,从开始发射到对接完成需要对“玉兔”做的功$W=E_k+E_p=\frac{GMm}{R+h}\left(\frac{1}{2}+\frac{h}{R}\right)=\frac{mg_{月}R}{R+h}\left(h+\frac{1}{2}R\right)$,故D项正确.

易错项辨析:本题的易错项为B项. 由公式$\frac{GM}{R^2}=g_{月}$可得黄金代换公式$GM=g_{月}R^2$,“玉兔”与飞船对接时速度要和飞船相同,则有$\frac{GM}{(R+h)^2}=\frac{v^2}{R+h}$,所以“玉兔”与飞船对接时的动能为$E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\cdot\frac{GMm}{R+h}$,势能为$E_p=\frac{GMmh}{R(R+h)}$,而从发射到对接完成需要对“玉兔”做的功应等于上述的动能和势能之和.

81.【答案】 C

【解析】 楔形物块静止,小物块匀速,故两物体组成的系统处于平衡状态,对该系统进行受力分析,在竖直方向上合外力为零,设地面对楔形物块的支持力为F_N,则$F_N+F\sin\theta=(M+m)g$,从而得到$F_N=(M+m)g-F\sin\theta$,故C项正确.

82.【答案】 B

【解析】 弹力F的方向未垂直于车轮与减速带的切线,故A项错误.

弹力F的方向垂直于车轮与减速带的切线,且沿竖直和水平方向进行分解,合理,故B项正确.

弹力F的方向未垂直于车轮与减速带的切线,故C项错误.

弹力F分解方向不合理,故D项错误.

83.【答案】 C

【解析】 由于甲做匀变速直线运动,乙做匀速直线运动,则直线为乙的$x-t$图象,曲线为甲的$x-t$图象,图线的斜率的绝对值的大小表示速度的大小,则在t_1时刻,因曲线的斜率绝对值大于直线的斜率绝对值,所以甲的速度大于乙的速度,故A、B项错误.

平均速度等于位移与时间的比值,因在$0\sim t_2$时间内,甲乙的位移大小相等,运动时间相等,则平均速度大小相等,故C项正确,D项错误.

84.【答案】 D

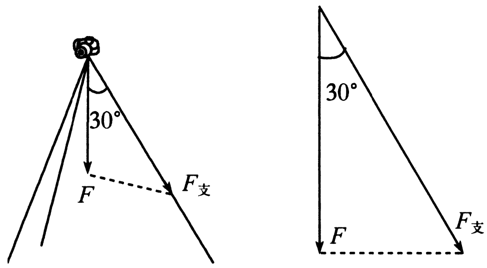
【解析】 问题求解:球形天体表面的赤道上,物体对天体表面压力恰好为零,说明天体对物体的万有引力恰好等于物体随天体运动所需的向心力,由$G\frac{\rho\frac{4}{3}\pi R^3m}{R^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2R$,解得:$T=\sqrt{\frac{3\pi}{\rho G}}$. 故D项正确.

易错项辨析:本题的易错项为B项. 由于物体对天体表面的压力恰好为零,所以天体受到的万有引力恰好等于天体做匀速圆周运动需要的向心力,即有$G\frac{\rho\frac{4}{3}\pi R^3m}{R^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2R$,解得:$T=\sqrt{\frac{3\pi}{\rho G}}$.

85.【答案】 D

【解析】 问题求解：本题主要考查力的合成与分解. 如图，三个支架承受的压力在竖直方向的分力之和等于相机所受的重力.

故 $3F_{支}\cos 30° = mg$，解得 $F_{支}=\frac{2\sqrt{3}}{9}mg$，故 D 项正确.

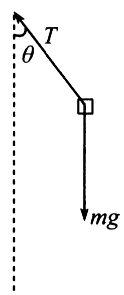


易错项辨析：

本题的易错项为 C 项. 本题关键是受力分析，三根支架的三个力不在同一平面上，考虑到相机受到的重力竖直向下，所以应该把支架受到的力沿竖直方向分解.

86.【答案】 D

【解析】 过程分析：当旋转圆盘绕竖直的中心轴匀速转动时，A 与 B 的角速度相等，A 的半径比 B 的小. 受力情况如图：



A 项，由 $v=\omega r$，可得 A 的线速度比 B 的小，故 A 项错误.

B 项，由 $a=\omega^2 r$ 得，A 的向心加速度比 B 的小，故 B 项错误.

C 项，座椅受重力 mg 和拉力 T，如图所示，$mg\tan\theta = m\omega^2 r$，悬挂 A 的缆绳与竖直方向的夹角较小，故 C 项错误.

D 项，拉力 $T=\frac{mg}{\cos\theta}$，悬挂 A 的缆绳所受的拉力比悬挂 B 的小，故 D 项正确.

87.【答案】 C

【解析】 过程分析：双星系统运转过程中，设两者质量分别为 M 与 m，圆轨迹半径分别为 R 与 r，其中 $M>m$，$R<r$，则 $G\frac{Mm}{(R+r)^2}=mr\omega^2=MR\omega^2$，已知此双星系统中体积较小成员能“吸食”另一颗体积较大星体表面物质，达到质量转移的目的，且在演变的过程中两者球心之间的距离保持不变，即 M 减小量等于 m 增大量，且 $(R+r)$ 不变.

由均值不等式可知 $G\frac{Mm}{(R+r)^2}<G\frac{(M-\Delta m)(m+\Delta m)}{(R+r)^2}$,即两者间的万有引力增大,故 A 项错误.

由 $G\frac{M}{(R+r)^2}=r\omega^2$,$G\frac{m}{(R+r)^2}=R\omega^2$,两式相加得 $G\frac{M+m}{(R+r)^2}=(R+r)\omega^2$,即 $\omega=\sqrt{G\frac{M+m}{(R+r)^3}}$,由于变化过程中$(R+r)$不变,$(M+m)$不变,即 ω 不变,故 B 项错误.

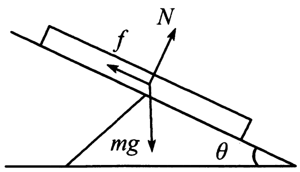
由 $mr=MR$,可知质量转移后,r 减小,R 增大,由 ω 不变,即线速度 $R\omega$ 增大,故 C 项正确,D 项错误.

易错项辨析:

本题易错项为 AD. A 项,考生可能对于双星系统的万有引力的表达式使用有误;D 项,考生可能对于线速度的表达式使用有误,故易错选 AD 项.

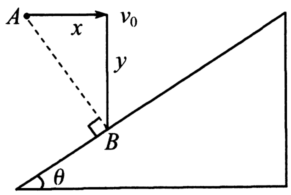
88.【答案】 C

【解析】 电脑在散热座上受到重力、散热座的支持力和摩擦力的作用保持平衡状态,受力分析如图,根据平衡状态的条件可得摩擦力大小 $f=mg\sin\theta$,支持力大小 $N=mg\cos\theta$,当由卡位 1 调至卡位 4 时,倾角 θ 变小,则电脑受到的摩擦力变小,支持力变大,而二者的合力始终不变,合力大小等于电脑的重力,而不是电脑受到的支持力与摩擦力的大小之和等于其重力,故 C 项正确.



89.【答案】 A

【解析】 问题求解:过抛出点作斜面的垂线,如图所示:



当质点落在斜面上的 B 点时,位移最小,设运动的时间为 t,则

水平方向:$x=v_0t$

竖直方向:$y=\frac{1}{2}gt^2$

根据几何关系有$\frac{x}{y}=\tan\theta$

解得 $t=\frac{2v_0}{g\tan\theta}$,故 A 项正确.

易错项辨析:本题易错项为 B. 考生可能对运动的分解不熟练,主要体现在$\frac{x}{y}=\tan\theta$ 这一几何关系的确定出现错误,恰恰写反成$\frac{y}{x}=\tan\theta$,故易错选 B 项.

90.【答案】 B

【解析】 做曲线运动的物体速度方向沿运动轨迹的切线方向,所以质点从 M 到 N 过程中速度的方向始终在改变,又因弧长 MP 大于弧长 PN,且质点由 M 点运动至 P 点与从 P 点运动至 N 点的时间相等,根据 $v=\frac{s}{t}$,得此过程中速度大小变化,故 A 项错误.

质点在恒定合外力作用下运动,根据牛顿第二定律,加速度恒定,又知质点由 M 点运动到 P 点与从 P 点运动到 N 点的时间相等,根据 $\Delta v=a\Delta t$,所以质点在这两段时间内的速度变化量大小相等,方向相同,故 B 项正确,C 项错误.

质点加速度恒定,所以质点做匀变速运动,故 D 项错误.

易错项辨析:本题易错项为 D. 考生可能将匀变速运动与匀变速直线运动的概念混淆,加速度不变的运动是匀变速运动,加速度不变且与速度始终在一条直线上的运动是匀变速直线运动,故易错选 D 项.

91.【答案】 C

【解析】

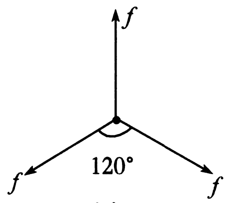


图1

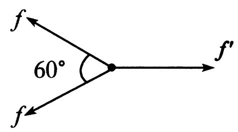


图2

假设弹簧均处于拉伸状态,对 A 进行受力分析如图 1 所示,根据地面对 A 的摩擦力为 f 得知弹簧上的弹力大小为 f;对 D 进行受力分析如图 2 所示,则地面对 D 的摩擦力大小为 $f'=2f\cos 30°=\sqrt{3}f$,同理弹簧处于压缩状态时,f' 大小不会发生变化,故 C 项正确.

92.【答案】 C

【解析】 过程分析:摩托艇在水中一方面自己航行前进,另一方面沿水向下漂流,沿水漂流的分速度不可能使摩托艇渡河,即只有垂直于河岸的速度分量能使摩托艇渡河,当摩托艇垂直于河岸方向航行时此分量最大,到达岸上的时间最短.

问题求解:根据 $v=\frac{s}{t}$,摩托艇登陆的最短时间 $t=\frac{d}{v_2}$,登陆时到达 O 点的距离为沿水漂流产生的位移即 $s=v_1t=\frac{dv_1}{v_2}$,故 C 项正确.

93.【答案】 C

【解析】 由题图可知 AB 间距离为 2 cm,故小石子通过 AB 时的平均速度为 20 m/s,所以小石子在 A 点的速度为 19.995 m/s,小石子从开始下落到达 A 点经历了大约 2 s,所以出发点离 A 点大约 $h=\frac{1}{2}gt^2=20$ m,故 C 项正确.

94.【答案】 C

【解析】 小车突然停止运动,则 A 球做圆周运动,由于惯性,圆周运动初速度等于小车运动速度,则 $F_A-mg=\frac{mv^2}{L}$,$F_A=\frac{m\cdot 4^2}{0.8}+10m=30m$;$B$ 球由于受到前壁的阻挡,不做圆周运动,则 $F_B=mg=10m$. 所以 $F_A:F_B=3:1$,故 C 项正确.

95.【答案】 C

【解析】 对 a,假设 a 受到摩擦力作用,因没有其他力与这个摩擦力相抵消,a 不可能处于静止状态,所以 a、b 之间无摩擦力作用,$f_1=0$. 对 b,b 一定要受到 c 施加的一个摩擦力作用,这个摩擦力与 F_b 相抵消,其方向向右,大小为 $f_2=F_b=5$ N. 对 c,受到 f_2 的反作用力作用,反作用力向左,大小为 5 N. 这个反作用力与 F_c 的合力为 10 N − 5 N = 5 N,合力与 f_3 相互平衡,即 $f_3=5$ N,故 C 项正确.

96.【答案】 D

【解析】 物体在竖直方向受到重力和内壁的摩擦力作用,受力平衡;水平方向上受弹力作用,提供向心力,其表达式为 $m\omega^2 r$,角速度增大后,运动所需的向心力增大,弹力增大,摩擦力始终与重力平衡保持不变,故 D 项正确.

97.【答案】 D

【解析】 发射卫星的速度必须大于第一宇宙速度,如果已达到第三宇宙速度,则会脱离太阳的引力,故 A 项错误.

$\frac{GMm}{R^2}=m\frac{(2\pi)^2}{T^2}R$,其中 M 为月球的质量,m 为卫星的质量,移项化简得 $T=2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$,所以周期与月球的质量有关,故 B 项错误.

在绕月轨道上,卫星受到月球的引力大于受到地球的引力,否则就不能绕月球转动,而是绕地球转动,故 C 项错误.

$F=\frac{GMm}{R^2}$,所以卫星受到月球的引力与它到月球中心距离的平方成反比,故 D 项正确.

98.【答案】 D

【解析】 问题求解:位移表示物体的位置变化,是一条从初位置到末位置的有向线段,其大小取决于运动起点和终点的位置,与路径无关,方向由起点指向终点,题中气门芯水平方向的位移为 πR,竖直方向的位移为 $2R$,根据矢量合成的规律,合位移为 $R\sqrt{4+\pi^2}$,故 D 项正确.

易错项分析:本题易错项为 B. 考生可能容易忽略气门芯随着自行车的移动在水平方向上产生的位移,直接把竖直方向上的位移作为总的位移值.

99.【答案】 C

【解析】 物体先做匀加速运动,后做匀减速运动,故 A 项错误.

物体第一阶段和第二阶段均做匀变速运动,加速度不变,故 B 项错误.

滑动摩擦力公式为 $f=\mu N$,N 为物体对支持面的正压力. 由于第一阶段正压力小于第二阶段的正压力,所以第一阶段摩擦力小于第二阶段摩擦力,故 C 项正确.

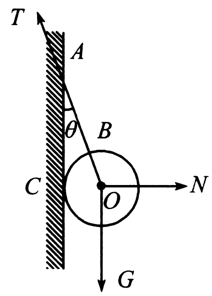
第一阶段是匀加速运动,而不是匀速运动,位移时间图象不应当是直线,故 D 项错误.

100.【答案】 B

【解析】 小猴受到重力和竖直向上的摩擦力,当摩擦力最大时小猴上爬达到最大加速度. 重物受到重力、支持力和绳子的拉力,由于重物不离开地面,所以当支持力为零时重物受到的拉力最大:$F=mg=150$ N. 根据力的相互作用,猴子受到的摩擦力的最大值:$f=F=150$ N,最大加速度为:$a_m=\frac{f-m'g}{m'}=5\ \mathrm{m/s^2}$. 故 B 项正确.

101.【答案】 C

【解析】 对球受力分析,受重力、支持力和拉力,如图所示:



设绳子与竖直墙面间的夹角为 θ,由受力平衡得:

竖直方向,$T\cos\theta = G$,

水平方向,$T\sin\theta = N$,

如果把绳的长度增加一些,夹角 θ 减小,可得绳子拉力 T 减小,墙对球的弹力 N 减小,球对墙的压力 F 也减小,故 C 项正确.

102.【答案】 C

【解析】 对木块 2 研究,木块 2 受到重力、弹簧的拉力、地面的支持力和摩擦力. 根据平衡条件得弹簧的弹力 $F = \mu m_2 g$. 又由胡克定律得到弹簧伸长的长度 $x = \frac{F}{k} = \frac{\mu m_2 g}{k}$,所以两木块一起匀速运动时两木块之间的距离是 $s = l + x = l + \frac{\mu m_2 g}{k}$. 故 C 项正确.

103.【答案】 C

【解析】

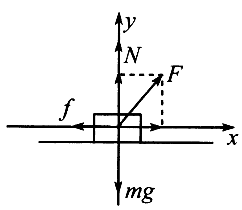


图1

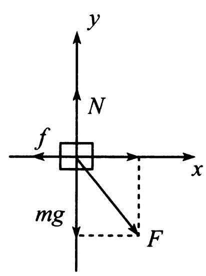


图2

问题分析:对 1 受力如图 1 所示:竖直方向上有 $F\sin 60° + N = mg$,水平方向上有 $F\cos 60° - \mu N = ma_1$. 解得:$a_1 = \dfrac{\frac{F}{2} - \mu\left(mg - \frac{\sqrt{3}}{2}F\right)}{m}$. 对 2 进行受力分析,如图 2 所示:竖直方向上有 $N = mg +$

$F\sin 60°$;水平方向上有 $F\cos 60° - \mu N = ma_2$. 解得:$a_2 = \dfrac{\dfrac{F}{2} - \mu(mg + \dfrac{\sqrt{3}}{2}F)}{m}$. 对 3 分析可得,$a_3 = \dfrac{\dfrac{1}{2}F - \mu mg}{m}$,故 $a_1 > a_3 > a_2$,故 C 项正确.

104.【答案】 C

【解析】 设弹簧原长为 l,则根据胡克定律,$k = \dfrac{F_1}{l - l_1} = \dfrac{F_2}{l_2 - l} = \dfrac{F_1 + F_2}{l_2 - l_1}$,故 C 项正确.

105.【答案】 C

【解析】 由牛顿第二定律知,用大小为 F 的力拉木块时,有 $F - \mu Mg = Ma$,拉力变为 $2F$ 时,$2F - \mu Mg = Ma'$,得 $a' = 2a + \mu g$,故 C 项正确.

106.【答案】 B

【解析】 无风时,运动员做自由落体运动;有风时,运动员在竖直方向做自由落体运动,运动时间不变,水平风力使运动员具有水平方向的加速度,风力越大,加速度越大,运动员着地时水平分速度越大,根据运动的合成与分解,运动员着地时速度越大,故 B 项正确.

107.【答案】 B

【解析】 子弹的长度约为 4 cm,则子弹飞行距离为 $s = 4\ \text{cm} \times 2\% = 0.000\ 8\ \text{m}$,曝光时间约为 $t = \dfrac{s}{v} = \dfrac{0.000\ 8}{500}\ \text{s} = 1.6 \times 10^{-6}\ \text{s}$,故 B 项正确.

108.【答案】 B

【解析】 问题求解:向上运动时 $a_1 = \dfrac{f + mg}{m}$,方向向下,向下运动时 $a_2 = \dfrac{mg - f}{m}$,方向向下,甲、乙均可看做从 O 点无初速度匀加速下落的图象,$\dfrac{1}{2}at^2 = y$,闪光间隔 t 相同,甲、乙分别用离 O 点最近的点分析,$\dfrac{y_1}{y_2} = \dfrac{a_1}{a_2} = \dfrac{f + mg}{mg - f} = \dfrac{3}{1}$,可得 $f = \dfrac{1}{2}mg$,故 B 项正确.

易错项辨析:

本题的易错项为 C 项. 向上运动时,受到的阻力向下,由牛顿第二定律可知:$f + mg = ma_1$,向下运动时,受到的阻力向上,$mg - f = ma_2$,物体做匀变速直线运动时,$\Delta y = aT^2$,题中虽然没有告之闪光周期,但由题图可知向上和向下的加速度关系,再联立以上两方程就可计算出阻力的大小.

109.【答案】 C

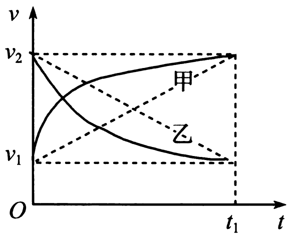
【解析】 根据两车刹车后若不相撞的 $v - t$ 图象知 $t = 20$ s 之前甲车车速大于乙车车速,甲车追赶乙车,$t = 20$ s 之后甲车车速小于乙车车速,因此碰撞一定发生在 $t = 20$ s 之前;$t = 20$ s 时两车位移差 $\Delta x = s_{甲} - s_{乙} = 100$ m,因为两车发生碰撞,所以两车刹车时距离 $s \leqslant 100$ m,故 C 项正确.

110.【答案】 A

【解析】 物体在南极受到的支持力大小与万有引力大小相等,即 $N_1=\frac{GMm}{R^2}$,在赤道上所受支持力为万有引力扣除做圆周运动所需的向心力,即 $N_2=\frac{GMm}{R^2}-m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2R$,则$\frac{N_1}{N_2}=\frac{GMT^2}{GMT^2-4\pi^2R^3}$,故 A 项正确.

111.【答案】 A

【解析】 如图添加的虚线是匀变速运动时的图象.



由 $v-t$ 图可知,0 ~ t_1 时间内,甲车的位移大于乙车,所以根据平均速度定义 $\bar{v}=\frac{x}{t}$可知,汽车甲的平均速度比乙的大,故 A 项正确,C 项错误.

当汽车乙做匀变速直线运动的时候,平均速度 $\bar{v}=\frac{v_1+v_2}{2}$,在 $v-t$ 图中,根据平均速度定义 $\bar{v}=\frac{x}{t}$可知,乙车 $v-t$ 图线与坐标轴围成的面积小于虚线与坐标轴围成的三角形面积,故汽车乙的平均速度小于$\frac{v_1+v_2}{2}$,故 B 项错误.

由 $v-t$ 图的斜率表示汽车的加速度,可知汽车甲和汽车乙的加速度均逐渐减小,故 D 项错误.

112.【答案】 C

【解析】 设大圆环底端为重力势能零点,大圆环半径为 R,小环在最低点速度为 v,由于小圆环运动过程中只受弹力和重力,故机械能守恒,有$\frac{1}{2}mv^2=2mgR$,解得 $v=\sqrt{4gR}$. 当小环到大环最低点时,分析小环的受力得 $F_{支}-mg=\frac{mv^2}{R}$,把 $v=\sqrt{4gR}$代入得 $F_{支}=5mg$. 分析大环受力,大环受到自身重力、小环竖直向下的压力 $5mg$ 和轻杆的拉力,故大环对轻杆的拉力为 $Mg+5mg$. 故 C 项正确.

113.【答案】 D

【解析】 不计空气阻力的物体其上抛运动的过程中,加速度恒为重力加速度,用虚线表示为一条斜率为负的直线;另一物体的空气阻力不可忽略,设比系数为 k,物体质量为 m,则阻力可表示为$f=kv$,物体从上抛到速度减小为零的过程中,加速度为 $g+\frac{kv}{m}$,从速度为零点到下降过程中,加速度为 $g-\frac{kv}{m}$. 可知,物体的加速度先大于重力加速度,在速度为零时等于重力加速度,最后小于重力加速度. $v-t$ 图的斜率表示加速度,即实线的斜率先大于虚线的斜率,在与 t 轴相交处,实线与虚线的斜率相等,之后实线的斜率小于虚线. 故 D 项正确.

114.【答案】 C

【解析】

过程分析:由题图可知,上木块在相同时间内位移之差是一恒量,故做匀加速直线运动,下木块在相同时间内位移相等,故做匀速直线运动.设连续两次曝光时间间隔为 T,标尺每小格路程为 s.

根据某段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度,可知上木块时刻 t_2 的速度为 $v_{上2}=\frac{5s}{2T}$,上木块时刻 t_5 的速度为 $v_{上5}=\frac{11s}{2T}$.下木块始终做匀速直线运动,速度为 $v_{下}=\frac{8s}{2T}$.故 A 项错误.

根据匀变速直线运动相邻相等时间间隔内位移之差 $\Delta x=aT^2$,上木块的加速度为 $a=\frac{s}{T^2}$,由匀加速直线运动速度关系公式可知上木块时刻 t_1 速度 $v_{上1}=v_{上2}-aT=\frac{3s}{2T}$.故 B 项错误.

根据某段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度,可知上木块时刻 t_3 的速度为 $v_{上3}=\frac{7s}{2T}$,上木块时刻 t_4 的速度为 $v_{上4}=\frac{9s}{2T}$.因为 $v_{上3}<v_{下}=\frac{8s}{2T}<v_{上4}$,故 C 项正确.

因为上木块做匀加速直线运动,由 C 项可知在时刻 t_3 和时刻 t_4 之间某瞬时两木块速度相同,则上木块 t_4 时刻后继续做加速运动,不再可能与下木块有相同速度.故 D 项错误.

115.【答案】 D

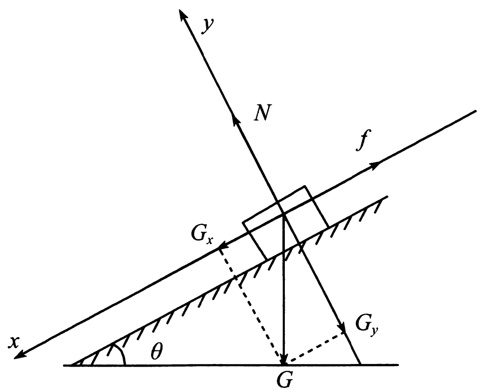
【解析】 若质点做加速度为 a、初速度为 v_0 的匀变速直线运动,则在一段时间 t 内,质点末速度 $v_t=v_0+at$,平均速度 $\bar{v}=\frac{s}{t}$,$s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$,则 $\bar{v}=v_0+\frac{1}{2}at$,而在中间时刻的瞬时速度 $v_{\frac{1}{2}t}=v_0+\frac{1}{2}at$,即有结论:做匀变速直线运动的物体,一段时间内的平均速度等于其中间时刻的瞬时速度.质点在 0.25 s 的瞬时速度比它在 0.75 s 的瞬时速度大 2.45 m/s,质点做减速运动,故加速度大小通过 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 求解得 4.90 $\mathrm{m/s^2}$,符号为负.故 D 项正确.

116.【答案】 C

【解析】 斧头对木柴的作用力可分解为 AB 面上的压力和 AC 面上的压力,这两个压力越大,木柴更容易被劈开,这两个力均垂直于接触面指向下,且这两个力的合力大小等于斧头的重力.根据平行四边形定则,当两个力合力大小不变,要使分力变大,则分力之间的夹角变大.将斧头的 BC 边变短,AB 边变长,即可增大两个接触面上的压力,故 C 项正确.

117.【答案】 C

【解析】



滑块由静止释放，对滑块受力分析，它受重力、支持力、摩擦力，如图所示. 滑块从静止开始下滑，加速度沿斜面向下，得 $G_x > f$，又有 $N = G_y$，$f = \mu N$，故 $mg\sin\theta > \mu mg\cos\theta$，解得 $\mu < \tan\theta$，故 A 项错误.

由 A 项分析得 $\mu < \tan\theta$ 时，滑块将加速下滑，故 B 项错误.

用平行于斜面向上的力拉滑块向上匀速滑动，根据平衡条件，有 $F - mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = 0$，又有 $\mu = \tan\theta$，故解得 $F = 2mg\sin\theta$，故 C 项正确.

用平行于斜面向下的力拉滑块向下匀速滑动，根据平衡条件，有 $F + mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = 0$，又有 $\mu = \tan\theta$，故解得 $F = 0$，故 D 项错误.

118.【答案】 A

【解析】

过程分析：物体在做匀速圆周运动时合外力等于向心力，当合外力发生改变时物体的运动轨迹会发生变化，具体情况是：合外力增大时物体做近心曲线运动；合外力减小时物体做离心曲线运动；合外力消失时物体处于平衡状态，做直线运动.

拉力消失小球在水平面内不受力，即在水平面内处于平衡状态，小球在 P 点速度沿轨迹切线方向向上，则会沿着 Pa 做直线运动，故 A 项正确.

小球速度在 P 点未发生变化，则继续做圆周运动所需的向心力不变，拉力突然变小时，小球在水平面内合外力小于做圆周运动的向心力，小球会做离心运动，即小球运动轨迹为 Pb，故 B、D 项错误.

小球速度在 P 点未发生变化，则继续做圆周运动所需的向心力不变，拉力突然变大时，小球水平面内合外力大于运动需要的向心力，小球会做近心运动，因此轨迹应该为 Pc，故 C 项错误.

119.【答案】 B

【解析】 因为轿车车长为 4.5 m，对应刻度尺的 3 个小格，所以每个小格表示 1.5 m. 由题图可知，$x_1 = 1.5 \times 8\ \text{m} = 12\ \text{m}$，$x_2 = 1.5 \times 13.4\ \text{m} = 20.1\ \text{m}$，由匀变速直线运动的规律可知 $x_2 - x_1 = aT^2$，可以求得加速度约为 2 m/s^2. 故 B 项正确.

120.【答案】 D

【解析】 $v-t$ 图上，速度的方向要么与正方向相同，要么与正方向相反，故物体做直线运动. 故 A 项错误.

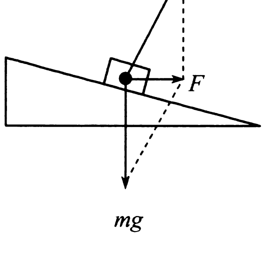
在 2.5 s 时，速度方向改变，之后速度大小增加. 故 B 项错误.

$v-t$ 图上，图象切线斜率代表物体加速度. 曲线上切线始终斜向下，加速度一直小于零，故物体加速度方向没有改变. 故 C 项错误.

从 $v-t$ 图上可直接得出物体速度变化量，大小为 8 m/s. 故 D 项正确.

121.【答案】 B

【解析】



乘客所需要的向心力 $F=\frac{mv^2}{r}=500\ \text{N}$,根据勾股定理得知乘客受到火车给他的作用力大小 $N=\sqrt{F^2+(mg)^2}=500\sqrt{2}\ \text{N}$,故 B 项正确.

122.【答案】 D

【解析】 在拉力 F 作用下 A、B 以共同的加速度 a 向前运动,此时分别对 A、B 进行分析. 对于 A,$a=\frac{F_{弹}}{m_1}$,对于 B,$a=\frac{F-F_{弹}}{m_2}$,撤去 F 后瞬间,弹力不变,此时对于 A,$a_1=\frac{F_{弹}}{m_1}=a$,对于 B,$a_2=\frac{F_{弹}}{m_2}=\frac{m_1}{m_2}a$,故 D 项正确.

123.【答案】 A

【解析】 未施加外力时,对物块受力分析,受重力、支持力、摩擦力,如图 1:

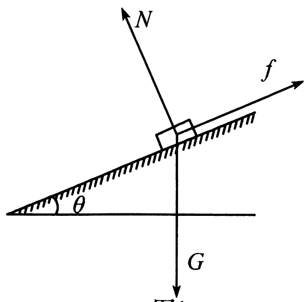


图1

由于物块恰好静止在斜面上,说明斜面对物块的摩擦力等于最大静摩擦力,由受力平衡得:

$f=mg\sin\theta$,$N=mg\cos\theta$,又有 $f=\mu N$,联立解得 $\mu=\tan\theta$.

对物块施加一个竖直向下的恒力 F,再对物块受力分析,如图 2:

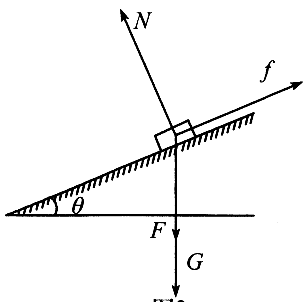


图2

由受力平衡得,与斜面垂直方向依然平衡:$N=(mg+F)\cos\theta$,故最大静摩擦力变为:$f=\mu N=\mu(mg+F)\cos\theta=(mg+F)\sin\theta$,与斜面平行方向重力和恒力的分力刚好还是和最大静摩擦力相等,故物块依然保持平衡,仍处于静止状态,故 A 项正确.

124.【答案】 C

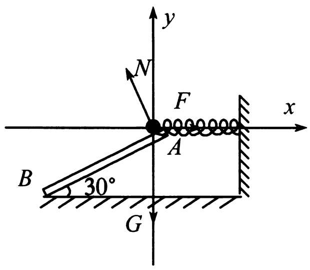
【解析】 根据 $h=\frac{1}{2}gt^2$ 可知 $t\propto\sqrt{h}$,故 C 项正确.

125.【答案】 B

【解析】 两弹簧完全相同,且弹簧的弹力和其形变量成正比,故当一个弹簧缩短时,另一个弹簧伸长,且二者形变量大小相同. 故弹簧秤乙的示数应为 12 N,物体在水平方向所受到的合外力为:$F=F_{乙}-F_{甲}=4$ N. 根据牛顿第二定律可知,物块的加速度大小为 $a=\frac{F}{m}=4\ m/s^2$,故 B 项正确.

126.【答案】 C

【解析】



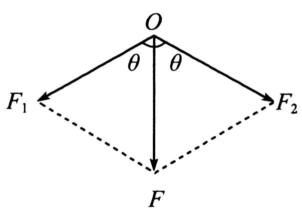
如图所示,对小球进行受力分析,水平方向:$N\sin 30°=F$;竖直方向:$N\cos 30°=mg$. 解得:$N=\frac{2\sqrt{3}}{3}mg$. 当撤去木板瞬间,小球受到的重力和弹力没有发生变化,二者合力和木板对小球的支持力等大反向,故根据牛顿第二定律可得:$a=\frac{F_{合}}{m}=\frac{2\sqrt{3}}{3}g$,方向垂直木板向下. 故 C 项正确.

127.【答案】 D

【解析】 将汽车对千斤顶的压力 F 分解为沿两臂的两个分力 F_1、F_2,受力分析如图所示,根据对称性可知,两臂受到的压力大小相等,即 $F_1=F_2$,由 $2F_1\cos\theta=F$,得 $F_1=\frac{F}{2\cos 60°}=1.0\times10^5$ N,故 A 项错误.

根据牛顿第三定律,汽车对千斤顶的压力与千斤顶对汽车的支持力大小相等,方向相反,均为 1.0×10^5 N,故 B 项错误.

若继续摇动把手,将汽车顶起,两臂要靠拢,则 θ 角减小,由 $F_1=\frac{F}{2\cos\theta}$,$\theta$ 角减小,$\cos\theta$ 增大,F_1 减小,所以两臂受到的压力将减小,故 C 项错误,D 项正确.



128.【答案】 D

【解析】 条形磁铁向右运动的过程中，线圈磁通量先增大，后减小. 为了阻止这种变化趋势，当磁铁靠近时，线圈远离，有向下和向右运动的趋势；当磁铁远离时，线圈靠近，有向上和向右运动的趋势，故 D 项正确.

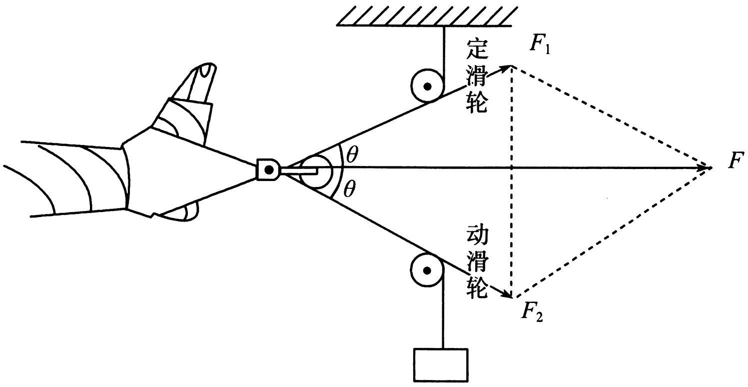
129.【答案】 B，D

【解析】 问题求解：开始时物块与箱顶之间有压力，物块受到竖直向下的重力、竖直向上的弹力和竖直向下的箱顶对物块的支持力，物块处于平衡状态，所以三个力的合力为零；当物块对箱顶的压力变为零时，即箱顶对物块的支持力为零，物块受到的合力竖直向上，此时物块的加速度方向竖直向上. 所以木箱的加速度方向也向上，木箱可能是加速上升或减速下降，故 B、D 项正确.

易错项辨析：本题易错项为 ACD. A、C、D 项，考生可能对于物块的受力分析有误，故易漏选 D 项，错选 AC 项.

130.【答案】 B，C

【解析】



过程分析：对与滑轮接触的一小段绳子受力分析，根据共点力平衡条件求出脚对绳子的拉力，如图所示，受到绳子的两个等大的拉力.

设重物的质量为 m，$F_1=F_2=mg$，$2F_1\cos\theta=F$，解得 $F=2mg\cos\theta$，要增大拉力 F，关键是要减小角 θ 或者增大 m.

增加绳子长度不会改变角度 θ，力 F 不变，故 A 项错误.

增大重物的质量 m，会增大拉力 F，故 B 项正确.

将病人的脚向左移动会减小角 θ，故 C 项正确.

由几何关系可知，两个滑轮间距增大，会增加角 θ，会减小拉力 F，故 D 项错误.

131.【答案】 A，B，D

【解析】 瞬时速度的测量正是应用 Δt 充分小时的平均速度来表示瞬时速度，故 A 项正确.

匀速直线运动是速度不变的运动，所以它的平均速度等于瞬时速度，故 B 项正确.

平均速度是位移与该段位移所用时间的比值，只能粗略地描述这段位移或时间内的运动的快慢程度；瞬时速度对应某一时刻或某一位置的速度，可精确描述变速运动，故 C 项错误，D 项正确.

132.【答案】 A,D

【解析】 过程分析:题图所示系统处于平衡状态,弹簧的受力情况跟各个物块的重力以及滑轮与地面高度、绳子的长度有关.

N 处于拉伸状态而 M 处于压缩状态,此时 N 弹簧的弹力小于或等于 c 物块的重力,对 a 物块做受力分析,$m_a g = F_N + F_M$,b 物块所受的地面支持力大于其重力,这种情况有可能出现,故 A 项正确.

N 处于压缩状态而 M 处于拉伸状态,这就意味着,绳子需要给弹簧 N 一个压力使得弹簧 N 保持平衡,显然这是不可能的,故 B 项错误.

N 处于不伸不缩状态而 M 处于拉伸状态,对于 N 弹簧而言,N 弹簧不受力,所以绳子也不受力,对 a 物块做受力分析,就会发现,a 物块保持平衡需要 M 弹簧给它提供一个支持力,即弹簧 M 处于压缩状态,所以弹簧 M 在这种情况下不可能处于拉伸状态,故 C 项错误.

N 处于拉伸状态而 M 处于不伸不缩状态,对于弹簧 M 而言,它处于不受力状态,对物块 a 做受力分析,a 物块的重力完全由绳子的拉力平衡,所以绳子就会对弹簧 N 产生拉力,使弹簧 N 处于拉伸状态,故 D 项正确.

133.【答案】 A,B,C

【解析】

过程分析:F 作用时,由于水平面光滑,A、B 立即开始运动. 若 A、B 之间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力,则 A、B 不打滑的条件为 A、B 之间的摩擦力小于最大静摩擦力,摩擦力提供 B 的加速度,有 $F < (m_A + m_B)a$,$a = \frac{\mu m_A g}{m_B} = 6\ \mathrm{m/s^2}$,所以 $F < 48$ N.

由于水平面光滑,A、B 整体受合外力 F 作用,立即开始运动,即 A 项错误,故选择 A 项.

拉力超过 48 N 时,A、B 才开始发生相对运动,即 B、C 项错误,故选择 B、C 项.

由于拉力只增大到 45 N,所以 A、B 一直没有发生相对运动,即 D 项正确,故不选择 D 项.

134.【答案】 B,D

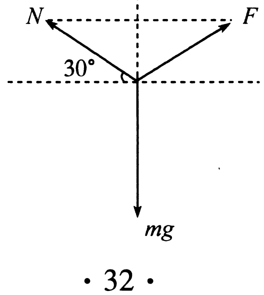
【解析】 物块匀减速直线运动的加速度大小为:$a_1 = \frac{v^2}{2s_1} = \frac{100}{2\times5}\ \mathrm{m/s^2} = 10\ \mathrm{m/s^2}$,物块匀加速运动的加速度大小:$a_2 = \frac{v'^2}{2s_2} = \frac{64}{2\times8}\ \mathrm{m/s^2} = 4\ \mathrm{m/s^2}$,物块匀减速直线运动的时间为:$t_1 = \frac{v}{a_1} = \frac{10}{10}\ \mathrm{s} = 1$ s,即在 1 s 末恒力 F 反向,物块做匀加速运动,故 A 项错误,B 项正确.

根据牛顿第二定律得:$F + f = ma_1$,$F - f = ma_2$,联立两式解得:$F = 7$ N,$f = 3$ N,故 C 项错误.

动摩擦因数为:$\mu = \frac{f}{mg} = 0.3$,故 D 项正确.

135.【答案】 C,D

【解析】 过程分析:小球受到重力、容器弹力和弹簧弹力作用处于平衡状态,受力分析图如下:



根据共点力的平衡条件，可知弹簧弹力 $F=mg$，故 A 项错误.

根据牛顿第三定律，小球对容器有向右下方的弹力作用，所以容器相对于水平面有向右的运动趋势，故 B 项错误.

根据共点力的平衡条件，可知容器和弹簧对小球的作用力的合力与小球重力大小相等，方向相反，即合力方向竖直向上，故 C 项正确.

根据胡克定律，可知弹簧的压缩量 $x=\frac{F}{k}=\frac{mg}{k}$，又知此时弹簧长度为 R，则弹簧原长为 $R+\frac{mg}{k}$，故 D 项正确.

易错项辨析：本题易错项为 AB. A 项，考生可能对小球的受力分析有误；B 项，考生可能对容器的受力分析有误，故易错选 AB 项.

136.【答案】 A，C

【解析】 问题求解：根据万有引力定律，有 $\frac{GMm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$，式子中除周期 T 与轨道半径 R 外都为定值，周期的平方与轨道半径的立方成正比，即轨道半径越大，周期越长，故 A 项正确.

根据万有引力定律，有 $\frac{GMm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$，可得 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$，所以轨道半径越大，速度越小，故 B 项错误.

测得周期后根据 $\frac{GMm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$ 可得 $M=\frac{4\pi^2R^3}{T^2G}$，在飞行器形成的张角平面内，星球半径与轨道半径相互垂直，它们形成的直角三角形中，有 $\frac{r}{R}=\tan\frac{\theta}{2}$，$r=R\tan\frac{\theta}{2}$，星球的平均密度为 $\rho=\frac{M}{\frac{4\pi r^3}{3}}=\frac{3\pi}{GT^2\tan^3\frac{\theta}{2}}$（$R$ 表示轨道半径，r 表示星球半径），故 C 项正确.

只测出周期和轨道半径可求出星球质量，但无法得到星球体积，即无法求出星球平均密度，故 D 项错误.

易错项辨析：本题易错项为 CD. C 项，考生可能对张角与半径之间的几何关系理解不清；D 项，考生可能混淆了轨道半径和星球半径，当只知道公转周期和轨道半径时，无法求出星球半径，所以不能求星球的体积和密度，故易漏选 C 项，错选 D 项.

137.【答案】 A，B

【解析】 物体初速度为 30 m/s，加速度为 10 m/s^2，做匀减速直线运动，可知物体运动 3 s 后速度为零，之后 2 s 做自由落体运动. 物体前 3 s 内路程为 $s_1=\frac{1}{2}g{t_1}^2=45$ m，后两秒路程为 $s_2=\frac{1}{2}g{t_2}^2=20$ m，因此总路程为 65 m，故 A 项正确.

物体前三秒位移向上为 45 m，后两秒位移向下为 20 m，因此总位移为 25 m，方向向上，故 B 项正确.

物体初速度为 30 m/s，加速度为 10 m/s^2，运动时间为 5 s，可求得 $\Delta v=gt=50$ m/s，故 C 项错误.

位移为 25 m，方向向上，运动时间为 5 s，因此平均速度为 $\bar{v}=\frac{h}{t}=5$ m/s，方向向上，故 D 项错误.

138.【答案】 B，C，D

【解析】 对题图甲中的 M 受力分析有 $Mg\sin\alpha=mg$，得到 $m=M\sin\alpha$；根据牛顿第二定律，题图乙中的 M 有 $aM=Mg-F_{拉}$，对 m 有 $am=F_{拉}-mg\sin\alpha$，联立两式得 $a=\frac{Mg-mg\sin\alpha}{M+m}=\frac{Mg-Mg\sin^2\alpha}{M+M\sin\alpha}=(1-\sin\alpha)g$，因为 $m=M\sin\alpha$，所以 $a=\frac{M-m}{M}g$，$F_{拉}=Mg\sin\alpha=mg$，故 B、C、D 项正确.

139.【答案】 A,C

【解析】 若物体在某段时间内每时刻的瞬时速度都等于零,则物体的位移为零,进而它在这段时间内的平均速度等于零,故 A 项正确.

物体在某段时间内的平均速度等于零,它在这段时间内任一时刻的瞬时速度不一定等于零,比如物体运动一段时间后回到原出发点的情况,故 B 项错误.

匀速直线运动的定义是:物体在一条直线上运动,在相等时间内通过的位移相同,"相等时间"是指任意相等的时间段,因此当时间段趋近于零时,即为任一时刻,故 C 项正确.

变速直线运动中任意一段时间内的平均速度有可能等于它某一时刻的瞬时速度,故 D 项错误.

140.【答案】 B,D

【解析】 根据重力与万有引力的关系,$mg=\frac{GMm}{R^2}$,得 $g=\frac{GM}{R^2}$,则$\frac{g_{地}}{g_{月}}=\frac{M_{地}}{M_{月}}\cdot\left(\frac{R_{月}}{R_{地}}\right)^2=\frac{81}{3.7^2}\approx5.9$,则月球上的重力加速度为 $1.66\ \text{m/s}^2$,自由落体运动末速度为 $v=\sqrt{2g_{月}h}=\sqrt{2\times1.66\times4}\ \text{m/s}\approx3.6\ \text{m/s}$,故 A 项错误.

悬停时探测器受到的重力与反冲力平衡,故反冲力等于重力 $G=mg_{月}=1.3\times10^3\times1.66\ \text{N}=2\ 158\ \text{N}$,约为 $2\times10^3\ \text{N}$,故 B 项正确.

从近月轨道到着陆过程中,探测器变轨需要发动机工作,此时探测器受到反冲力,其机械能发生变化,故 C 项错误.

根据近星球表面运动时,物体圆周运动的向心力和万有引力的关系,$\frac{mv^2}{R}=\frac{GMm}{R^2}$,化简为 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$,即 $v_{地}=\sqrt{\frac{G\cdot81M_{月}}{3.7R_{月}}}>\sqrt{\frac{GM_{月}}{R_{月}}}=v_{月}$,因此探测器在近月圆轨道上运行的线速度小于人造卫星在近地圆轨道上运行的线速度,故 D 项正确.

141.【答案】 A,C

【解析】 在剪断之前,三个物块处于静止状态,以物块 c 为研究对象,则物块 c 受到重力和 S_2 的弹力作用,根据物体平衡条件有 $mg=kx_2$,以物块 b 为研究对象,则物块 b 受到重力和两个弹簧的弹力作用,根据物体平衡条件有 $kx_1=mg+kx_2=2mg$,以物块 a 为研究对象,则物块 a 受到重力、S_1 的弹力和细线拉力作用,根据物体平衡条件有 $T=mg+kx_1=3mg$,当细线剪断时,弹簧仍有形变,故弹簧的弹力不变,所以 a 物块受到的合外力为 $3mg$,则剪断时的加速度为 $a=3g$,而 S_1 的弹力为 S_2 的弹力的 2 倍,所以 $\Delta l_1=2\Delta l_2$,故 A、C 项正确.

142.【答案】 B,D

【解析】

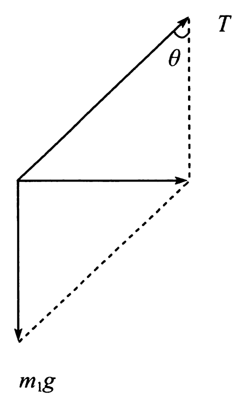


图1

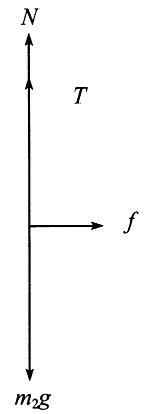


图2

对物体 1 进行受力分析如图 1,根据牛顿第二定律得:$m_1g\tan\theta=m_1a$,因此得:$a=g\tan\theta$,则车厢的加速度同样为 $g\tan\theta$,故 A 项错误.

根据受力分析可知,$m_1g=T\cos\theta$,所以 $T=\dfrac{m_1g}{\cos\theta}$,故 B 项正确.

对物体 2 受力分析如图 2,则 $N=m_2g-T=m_2g-\dfrac{m_1g}{\cos\theta}$,$f=m_2a=m_2g\tan\theta$,故 C 项错误,D 项正确.

143.【答案】 B,D

【解析】 开始时,鱼缸相对桌布向左运动,故桌布对它的摩擦力方向向右,故 A 项错误.

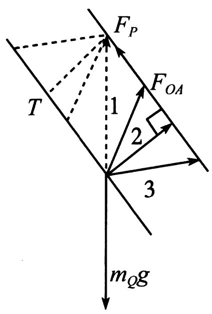
鱼缸先在桌布提供的摩擦力作用下加速,再在桌面提供的摩擦力作用下减速,由于鱼缸在桌布上和桌面上所受滑动摩擦力相等,加速度相等,故时间相等,故 B 项正确.

若增大拉力,由于鱼缸所受弹力及动摩擦因数均不变,故所受摩擦力不变,故 C 项错误.

若猫减小拉力,鱼缸可能与桌布不发生相对滑动,故有可能滑出桌面,故 D 项正确.

144.【答案】 B,D

【解析】



如图所示,缓慢改变绳 OA 的方向至 $\theta>90°$,OA 拉力的变化由位置 1 到位置 2 再到位置 3,可知 OA 的拉力先减小后增大,故 A 项错误.

绳对 P 的拉力一直增大,若一开始 P 物块沿斜面的重力分量较大,则需要提供平衡的摩擦力的方向沿斜面向上,随着 OA 方向的变化,静摩擦力方向由向上变为零,再变为向下,摩擦力的大小先减小后增大,故 B 项正确.

地面对斜面的摩擦力与绳 OA 拉力的水平分量相平衡,由于绳 OA 拉力向右,因此地面对斜面体的摩擦力向左,故 C 项错误.

以斜面、P、Q 整体为研究对象进行分析,F 最大值为 m_Qg,设 F 与竖直方向的夹角为 α. 在竖直方向上受力平衡,$F\cos\alpha+N=m_{斜}g+m_Pg+m_Qg$,又因为 $F\cos\alpha<m_Qg$,所以 $N>m_{斜}g+m_Pg$,故 D 项正确.

145.【答案】 A,D

【解析】 圆球处于三力平衡状态,F_{AO} 表示斜面对球的支持力,F_{BO} 表示挡板对球的支持力,则有 $F_{AO}\cdot\sin 60°=F_{BO}\cdot\sin 60°$,$F_{AO}\cdot\cos 60°+F_{BO}\cdot\cos 60°=G$,解得 $F_{AO}=G$,根据牛顿第三定律得,球对斜面的压力与斜面对球的支持力等大反向,所以球对斜面的压力大小为 G,故 A 项正确.

挡板缓慢转动时，圆球始终处于三力平衡状态，则有 $F_{AO} \cdot \sin 60° = F_{BO} \cdot \sin\theta$，$F_{AO} \cdot \cos 60° + F_{BO} \cdot \cos\theta = G$，解得

$F_{AO} = \dfrac{G}{\dfrac{\sqrt{3}}{2\tan\theta} + \dfrac{1}{2}}$，$F_{BO} = \dfrac{\sqrt{3}G}{2 \cdot \sin(\theta + 60°)}$；挡板顺时针方向缓慢转过 60°，$\theta$ 值由 60°逐渐减小至 0°，$\tan\theta$ 的值逐渐减小，所以 F_{AO} 逐渐减小，$\theta + 60°$ 的值由 120°逐渐减小至 60°，$\sin(\theta + 60°)$ 的值先增大后减小，所以 F_{BO} 先减小后增大. 根据牛顿第三定律得，球对斜面的压力与斜面对球的支持力等大反向，所以球对斜面的压力逐渐减小；球对挡板的压力与挡板对球的支持力等大反向，所以球对挡板的压力先减小后增大，故 B、C 项错误.

假设球对挡板的压力为零，则球仅受斜面对其的支持力和自身的重力，在竖直方向上受力平衡，则 $F_{OA}\cos 60° = G$，水平方向的合力 $F_{合} = \sqrt{3}G$，根据牛顿第二定律得，球的加速度 $a = \dfrac{\sqrt{3}G}{m}$；当小车以加速度 a 水平向右做匀加速直线运动时，球相对于小车静止，且挡板对球的支持力为零，故 D 项正确.

146.【答案】 A，D

【解析】 在 $t = 2.0$ s 时刻有 $F_1 = F_2 = 1.8$ N，对 AB 整体利用牛顿第二定律有 $F_2 + F_1 = (m_A + m_B)a$，再对 B 进行受力分析有 $F_{AB} + F_2 = m_B a$，联立可解得 $F_{AB} = 0.6$ N，故 A 项正确，B 项错误.

在 $t = 2.5$ s 时刻 $F_2 = 2.25$ N，$F_1 = 1.35$ N；对 AB 整体利用牛顿第二定律有 $F_2 + F_1 = (m_A + m_B)a$，再对 B 进行受力分析有 $F_{AB} + F_2 = m_B a$，联立可解得 $F_{AB} = 0.15\ \text{N} > 0$，所以 A 对 B 的作用力方向向右，故 C 项错误.

在 AB 分离时，AB 之间的拉力恰好为 0.3 N，对 A 利用牛顿第二定律有 $0.3\ \text{N} + F_1 = m_A a$，对 B 利用牛顿第二定律有 $F_2 - 0.3\ \text{N} = m_B a$，由题图知 $F_1 = 3.6 - 0.9t$，$F_2 = 0.9t$，联立可求得 $t = 3$ s，在分开之前 AB 所受合外力一直为 3.6 N，所以加速度一直为 1.2 m/s^2，根据公式可得位移 $s = \dfrac{1}{2}at^2 = 5.4$ m，故 D 项正确.

147.【答案】 A，D

【解析】 若 A 物体受到沿切面向上的摩擦力和 B 对 A 的弹力与物体 A 重力平衡，则拉力可以为零，故 A 项正确.

对 AB 整体受力分析，若地面压力为零，竖直方向上 $T = (m_A + m_B)g$，隔离物体 A，竖直方向上受到拉力与重力的合力方向向上，B 对 A 的弹力和摩擦力的合力方向不可能竖直向下，则此时物体 A 受力不平衡，则运动与受力矛盾，故 B 项错误.

把 AB 看成一个整体，水平方向上不受力，故 C 项错误.

绳的弹力小于物体 A 重力时，AB 间有压力和弹力作用，故 D 项正确.

易错项辨析：本题易错项为 C. 考生可能未考虑到将 AB 看成一个整体来分析，故易错选 C 项.

148.【答案】 A，B

【解析】 根据 $v = \omega r$，此飞行器离太阳远距离大，故 A 项正确.

根据 $a = \omega^2 r$，故 B 项正确.

太阳和地球对飞行器的万有引力都是存在的，向心力由太阳和地球的引力的合力提供，故 C、D 项错误.

149.【答案】 B，C

【解析】 问题求解：设挂钩左右两侧的车厢数分别为 m、n，每节车厢的质量为 m_0，不计车厢与铁轨间的摩擦，机车向东运动时对左侧 m 节车厢由牛顿第二定律可知 $F = mm_0 a$、机车向西运动时对右侧 n 节车厢由牛顿第二定律可知 $F = nm_0 \dfrac{2}{3}a$，所以 $\dfrac{m}{n} = \dfrac{2}{3}$，所以总车厢节数为 5 的倍数，故 B、C 项正确.

150.【答案】 A,C,D

【解析】 设物块与斜面间的动摩擦因数为μ,物块沿倾角为θ的固定斜面上滑时的加速度为$a_1=-g\sin\theta-\mu g\cos\theta$,下滑时加速度为$a_2=-g\sin\theta+\mu g\cos\theta$,根据题图乙可得$a_1=-\frac{v_0}{t_1}$,$a_2=-\frac{v_1}{t_1}$,因此加速度为已知量,联立前两式可以求得两个未知数μ和θ,而从前两式可以看出物块的加速度与物块的质量无关,无法解出物块的质量,故A、C项正确,B项错误.

由题图乙可以求出上滑距离为$x_{上}=\frac{1}{2}v_0t_1$,物块沿斜面上滑的最大高度$h=x_{上}\sin\theta$,故D项正确.

151.【答案】 B,D

【解析】 探测器脱离星球的发射速度v满足$\frac{1}{2}mv^2-\frac{GMm}{R}=0$,$R$为星球半径,$M$为星球质量;则$v=\sqrt{\frac{2GM}{R}}$,与星球的质量和半径有关,与探测器的质量无关,本题中星球条件不同,脱离所需的发射速度不相等,故A、C项错误.

探测器在星球表面受到的引力由$F=\frac{GMm}{R^2}$计算,R为星球半径,M为星球质量;计算可知探测器在地球表面受到的引力大于在火星表面受到的引力,故B项正确.

探测器的势能$E_p=-\frac{GMm}{R}$,R为距星球球心的距离,在脱离星球的过程中,R增大,引力做负功,则探测器的势能逐渐增大,故D项正确.

152.【答案】 B,C

【解析】 对B球进行受力分析:B受到重力的作用和OB绳的拉力作用,B在这两个力作用下保持平衡,水平方向上不受力,所以AB绳拉力为零;对A进行受力分析,A受重力和OA绳的拉力,根据受力平衡条件可知,第三个力方向应在前两个力反向延长线的夹角内,只有F_2、F_3符合条件,故B、C项正确.

153.【答案】 A,D

【解析】 把两物体作为整体,整体在竖直方向上做匀速直线运动,在水平方向不受力,故a与墙之间没有压力作用,墙对a也就没有摩擦力,所以竖直方向上的恒力F等于整体的重力,由此易知a受到恒力F、重力、b的压力、b对a的摩擦力4个力的作用,b受到重力、物体a的支持力和摩擦力3个力的作用,故A、D项正确,B、C项错误.

154.【答案】 A,C

【解析】 对长木板受力分析,受到木块对其大小为$\mu_1 mg$,方向水平向右的摩擦力和地面对其向左的摩擦力,因为长木板处于静止状态,所以二力平衡,故木板受到地面的摩擦力大小一定是$\mu_1 mg$,即A项错误,故选择A项,B项正确,故不选择B项.

无论F怎么变,木块对木板向右的摩擦力都是$\mu_1 mg$,小于地面对木板的最大静摩擦力,所以木板不可能运动,即C项错误,故选择C项,D项正确,故不选择D项.

155.【答案】 A,D

【解析】 由题图乙知,当小球的速度为零时,小球受到的弹力为$F=a$,则小球重力$G=a$;当弹力为零时,小球的向心力完全由重力提供,对小球有$F_{向}=G=\frac{mv^2}{R}$,代入数据解得$m=\frac{aR}{b}$,故A项正确.

小球重力为 $G=a$，质量为 $m=\frac{aR}{b}$，所以当地重力加速度为 $g=\frac{b}{R}$，故 B 项错误.

当 $v^2=c>b$ 时，重力不足以提供小球所需的向心加速度，杆需要对小球提供竖直向下的弹力，故 C 项错误.

$v^2=2b$ 时，对小球有 $F_{向}=G+F=\frac{mv^2}{R}$，将 $G=a,m=\frac{aR}{b}$ 和 $v^2=2b$ 代入方程可以解得 $F=G$，故 D 项正确.

156.【答案】 B,D

【解析】 由题图乙可知，要使小球能到达题图甲顶端，则应使 $v^2\geqslant b$，当小球运动到顶端时，合力提供向心力，$F+mg=m\frac{v^2}{l}$，因此图象函数表达式为 $F=m\frac{v^2}{l}-mg(v^2\geqslant b)$，故 A 项错误.

当 $v^2=b$ 时，$F=0$，$m\frac{v^2}{l}=mg$，解得 $g=\frac{b}{l}$，故 B 项正确.

图象的斜率为 $\frac{m}{l}$，绳长 l 不变，质量 m 变小时，得到图线的斜率变小，故 C 项错误.

$b=gl$，因此绳长不改变，只改变小球的质量，得到图线 b 的位置不变，故 D 项正确.

157.【答案】 B,D

【解析】 设斜面与水平面的夹角为 θ，对仅有 P 时进行受力分析，P 受到重力，支持力和静摩擦力作用，根据平衡条件有，$N=Mg\cos\theta$，$f=Mg\sin\theta\leqslant\mu N$，解得 $\mu\geqslant\tan\theta$，将物体 Q 轻轻地叠放在 P 上时，相当于增大了物体 P 的质量，上述平衡条件仍然满足，故 P 静止不动，故 A 项错误，B 项正确.

P 仍处于静止状态，则合外力仍为零，即 P 所受的合外力保持不变，故 C 项错误.

对 P 和 Q 整体受力分析，$f'=(M+m)g\sin\theta\geqslant f$，即 P 与斜面间的静摩擦力增大，故 D 项正确.

158.【答案】 B,C

【解析】 乙船恰好到达正对岸，所以水流由左向右. 甲船的实际运动为水流匀速运动和船沿船头方向的匀速运动的合运动，合速度的方向显然不与河岸垂直，且合速度方向与河岸夹角小于 α，所以甲船不能到达正对岸，而是到达对岸 P 点的右侧，故 A 项错误.

甲、乙两船的速度大小相同，且速度方向与河岸的夹角也相同，则两船速度在垂直于河岸方向的分速度相同，河宽固定，所以两船渡河所用时间相等，故 B 项正确.

由 A、B 项分析知，甲乙两船的位置连线始终与河岸平行，且两船同时到达对岸，所以两船必然相遇在 NP 线段中的某一点，即渡河的过程中会相遇，故 C 项正确，D 项错误.

159.【答案】 B,C

【解析】 由题图乙知，当 $\theta=90°$ 时，物体做竖直上抛运动，上抛高度为 $x=1.8\ \text{m}$，由运动学公式 ${v_0}^2=2gx$ 得 $v_0=6\ \text{m/s}$，故 A 项错误.

当 $\theta=0°$ 时，物体在水平面上做匀减速直线运动，位移 $x=2.4\ \text{m}$，由 ${v_0}^2=2ax$ 得加速度 $a=7.5\ \text{m/s}^2$，由 $a=\mu g$ 得，$\mu=0.75$，故 B 项正确.

物体在斜面上运动时的加速度 $a=\mu g\cos\theta+g\sin\theta$，所以位移为 $x=\frac{{v_0}^2}{2(\mu g\cos\theta+g\sin\theta)}=\frac{{v_0}^2}{2(7.5\cos\theta+10\sin\theta)}=\frac{{v_0}^2}{25\sin(37°+\theta)}$，当 $\theta=53°$ 时，位移 x 取最小值 $x_{\min}=1.44\ \text{m}$，故 C 项正确.

当 $\theta=30°$ 时，物体的重力沿斜面向下的分力为 $mg\sin\theta=5m$，小于物体的最大静摩擦力 $\mu mg\cos\theta\approx6.495m$，所以物体不会沿斜面下滑，故 D 项错误.

160.【答案】 A

【解析】 设地球的质量为 M，火星的质量为 M'，火星的半径为 R'，一物体在地球表面有 $\frac{GMm}{R^2}=mg$，因 $R'=\frac{1}{2}R$，$M'=\frac{1}{9}M$，则火星表面的重力加速度 $g'=\frac{GM'}{R'^2}=\frac{G\left(\frac{1}{9}M\right)}{\left(\frac{1}{2}R\right)^2}=\frac{4}{9}g$. 若一物体在火星表面，则有 $\frac{GM'm}{R'^2}=mg'$，得火星质量

$M'=\frac{g'R'^2}{G}=\frac{gR^2}{9G}$，所以火星的密度为 $\rho=\frac{M'}{V'}=\frac{\frac{gR^2}{9G}}{\frac{4}{3}\pi R'^3}=\frac{2g}{3\pi GR}$，故 A 项正确.

由 A 项的分析得，火星表面的重力加速度 $g'=\frac{4}{9}g$，故 B 项错误.

物体在地面附近绕行星做匀速圆周运动的速度叫做第一宇宙速度，有 $\frac{GMm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$，得 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$，所以火星的第一宇宙速度与地球的第一宇宙速度之比为 $\frac{v'}{v}=\sqrt{\frac{M'R}{MR'}}=\frac{\sqrt{2}}{3}$，故 C 项错误.

王跃以初速度 v_0 在地球上起跳后，做竖直上抛运动，由运动学公式得 $v_0{}^2-0^2=2gh$，求出能达到的最大高度为 $h=\frac{v_0{}^2}{2g}$，因为 $g'=\frac{4}{9}g$，则王跃以与在地球上相同的初速度在火星上起跳后，能达到的最大高度是 $h'=\frac{9}{4}h$，故 D 项错误.

161.【答案】 A

【解析】 在达到最大静摩擦力之前，木板和木块保持相对静止，木块和木板以相同加速度运动，根据牛顿第二定律：$F=(m_1+m_2)a=kt$，解得：$a=a_1=a_2=\frac{kt}{m_1+m_2}$；达到最大静摩擦力后，木块和木板相对运动时，对于木板根据牛顿第二定律：$\mu m_2g=m_1a_1$，解得：$a_1=\frac{\mu m_2g}{m_1}$，故木板的加速度恒定不变；对于木块，根据牛顿第二定律：$F-\mu m_2g=kt-\mu m_2g=m_2a_2$，解得木块的加速度 $a_2=\frac{kt}{m_2}-\mu g$，比较 $a-t$ 与 a_2-t 的关系式，其中斜率 $\frac{k}{m_2}>\frac{k}{m_1+m_2}$，故 A 项正确.

162.【答案】 B

【解析】 卫星做近地环绕时，$\frac{GMm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$，第一宇宙速度：$v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$，易得两者不相同，故 A 项错误.

在行星表面有 $g=\frac{GM}{R^2}$，根据行星、地球的质量比和直径比，得 $\frac{g_{行}}{g_{地}}=\frac{8}{3}$，故 B 项正确.

环绕天体与中心天体间：$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，得 $r^3=\frac{GMT^2}{4\pi^2}$，代入 M、T 后可求得 r 比并非 $\sqrt{\frac{13}{365}}$，故 C 项错误.

在不同的环绕系统下，都有 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$ 和 $T=\frac{2\pi r}{v}$，得 $v^3=\frac{2\pi GM}{T}$，于是有 $\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^3=\frac{M_2T_1}{M_1T_2}$，代入数字，得 $v_2>v_1$，根据

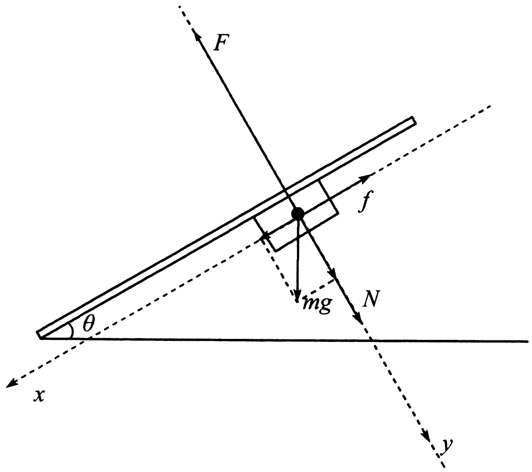
相对论可知,尺缩效应是相对的,地球上的米尺如果被带上该行星,观察者处于该行星上时,米尺的长度不变,故 D 项错误.

163.【答案】 D

【解析】 缓慢抬起过程,磁铁视为平衡状态,根据物体平衡条件,合外力始终为零,故 A 项错误.

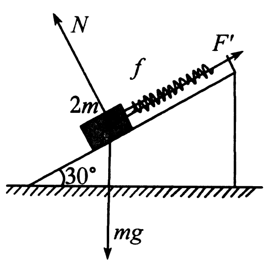
磁铁受到重力、铁板弹力、铁板磁力、摩擦力作用,故 B 项错误.

注意到铁板对磁铁的磁力 F 大小不变,在抬起过程中磁力的方向与 AB 的相对位置关系不变,将重力分解到 x、y 轴上,两个分力大小如受力分析图所示,因此抬起过程中,重力沿 x 轴分力增大,摩擦力 f 增大,重力沿 y 轴方向分力减小,$N=F-mg\cos\theta$,因此弹力增大. 故 C 项错误,D 项正确.



164.【答案】 A

【解析】 弹簧竖直悬挂物体时,对物体受力分析,根据共点力平衡条件 $F=mg$,根据胡克定律 $F=kL$,物体放在斜面上时,再次对物体受力分析,如图,



根据共点力平衡条件,有 $F'+f-2mg\sin 30°=0$,其中 $F'=kL=mg$,由以上四式解得 $f=0$,故 A 项正确,B、C、D 项错误.

165.【答案】 A

【解析】 竖直方向做匀加速直线运动时,整体分析 $F-(m_1+m_2)g=(m_1+m_2)a$,且对 b 分析 $kx_1-m_2g=m_2a$,即 $x_1=\frac{m_2}{m_1+m_2}\cdot\frac{F}{k}$,同理,水平方向匀加速运动时,整体分析 $F=(m_1+m_2)a'$,且对 b 分析 $kx_2=m_2a'$,即 $x_2=\frac{m_2}{m_1+m_2}\cdot\frac{F}{k}$,故 A 项正确,B、C、D 项错误.

166.【答案】 D

【解析】 隔离 A 球,对 A 球进行受力分析,A 球受到重力、支持力、弹簧弹力,弹簧弹力为 $m_Ag\sin 30°$,方向沿斜面向上,剪断线瞬间,线的拉力瞬间消失,弹簧弹力来不及改变,故 A 球仍然受力平衡,加速度为 0,B 球受到重力、支持力、弹簧的拉力,B 球的加速度为$\frac{m_Bg\sin 30°+m_Ag\sin 30°}{m_B}=\frac{m_A+m_B}{m_B}\cdot\frac{g}{2}$,故 D 项正确.

167.【答案】 D

【解析】 因为是上抛运动,可以用对称性来解,

已知小球两次经过 A 点时间间隔为 T_A,小球两次经过 B 点的时间间隔为 T_B

则可以得到小球从顶点到 A 的时间为$\frac{T_A}{2}$,小球从顶点到 B 点的时间为$\frac{T_B}{2}$,

则从顶点到 A 点的距离为 $h_A=\frac{1}{2}g\left(\frac{T_A}{2}\right)^2$,从顶点到 B 点的距离为 $h_B=\frac{1}{2}g\left(\frac{T_B}{2}\right)^2$,所以高度差为 $s=h_A-h_B=\frac{(T_A^{\ 2}-T_B^{\ 2})g}{8}$,故 D 项正确.

168.【答案】 A,C,D

【解析】 设三条路线从 AB 线到 $A'B'$线的弯道部分的路程分别为 s_1、s_2、s_3,由题意 $s_1=\pi r+2r$、$s_2=2\pi r+2r$、$s_3=2\pi r$,显然 s_1 最小,即路线①赛车经过的路程最短,故 A 项正确.

路面对轮胎的最大径向静摩擦力提供赛车圆周运动的向心力,所以 $F_{\max}=m\frac{v^2}{R}$,最大静摩擦力一定,半径越小,最大速率越小,路线①的半径最小,赛车的速率最大为 $v_1=\sqrt{\frac{F_{\max}r}{m}}$,路径②③最大过弯速率为 $v_2=v_3=\sqrt{\frac{2F_{\max}r}{m}}$,故 B 项错误.

设各路线的时间分别为 t_1、t_2、t_3,则 $t_1=\frac{s_1}{v_1}=\frac{(\pi+2)r}{v_1}=(\pi+2)\sqrt{\frac{m}{F_{\max}}r}$,$t_2=\frac{s_2}{v_2}=(\pi+1)\frac{2r}{v_2}=\sqrt{2}(\pi+1)\sqrt{\frac{rm}{F_{\max}}}$,$t_3=\frac{s_3}{v_3}=\frac{2\pi r}{v_3}=\sqrt{2}\pi\sqrt{\frac{rm}{F_{\max}}}$,所以 $t_3<t_1<t_2$,故 C 项正确.

赛车圆周运动的向心力均由路面对轮胎的最大径向静摩擦力提供,赛车的质量一定,所以赛车的向心加速度大小相等,故 D 项正确.

169.【答案】 A

【解析】 由于摩擦阻力的存在,导致物体在 A、O 之间的某处所受合力为零,加速度为零,所以物体从 A 到 O 先做加速运动后做减速运动,故 A 项正确.

物体在运动的过程中,弹簧弹力发生变化,摩擦力不变,合力变化,加速度不恒定,故 B 项错误.

物体运动到 O 点时，在水平方向弹簧弹力为零，但所受摩擦力不为零，合力不为零，故 C 项错误.

根据 A 项分析，A 点加速度向右，A 点与 O 点之间某一处合力为零，加速度为零，O 点加速度向左，从 A 到 O 的过程中加速度先减小到零后反向增加，故 D 项错误.

170.【答案】 A

【解析】 分别对 m_1 和 m_2 两个小球进行受力分析. 对 m_1 小球，受重力和竖直向上的支持力，若细线对小球的拉力不为零，则小球的受力有沿水平方向的分力，不能处于平衡状态，所以细线对小球的拉力为零，即 $F_T=0$；对于 m_2 小球，由于线的拉力为零，只受重力和支持力，且等大反向，即 $N=m_2g$，故 A 项正确.

171.【答案】 A

【解析】 当速度为 v 时，两段线中拉力恰好为零，球的重力提供其做圆周运动所需的向心力，即 $mg=\frac{mv^2}{R}$，当速度为 $2v$ 时，若线上的张力为 F，则可得 $2F\cos 30°+mg=m\frac{4v^2}{R}$，$F=\sqrt{3}mg$，故 A 项正确.

172.【答案】 C，D

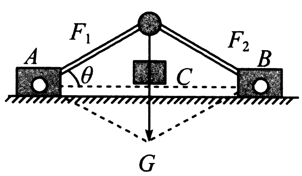
【解析】 人造卫星绕地球做圆周运动，万有引力提供向心力，有 $\frac{GMm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$，所以 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$，半径增大到原来的两倍，则线速度将是原来的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$，故 A 项错误，D 项正确.

万有引力提供向心力，即 $F=\frac{GMm}{R^2}$，当 R 增大到原来的 2 倍时，向心力减小为原来的 $\frac{1}{4}$，故 B 项错误，C 项正确.

173.【答案】 B，D

【解析】 将 A、B、C 当做一个系统分析，那么地面对 A、B 的支持力均为 $F_N=\frac{1}{2}(2M+m)g$，与 θ 角无关，故 A 项错误.

将重物的重力按作用效果分解，如图所示：



轻杆受力根据平行四边形定则可得 $F_1=F_2=\frac{mg}{2\sin\theta}$，当 m 一定时，θ 越大，轻杆受力越小，故 B 项正确.

对 A 进行分析，A 受到重力、支持力、杆的推力和摩擦力，根据平衡条件可得：$f=F_1\cos\theta=\frac{mg}{2\tan\theta}$，可知摩擦力大小与 M 无关，故 C 项错误.

M 越大，A、B 与地面的最大静摩擦力越大，可悬挂重物 C 的质量 m 越大，故 D 项正确.

174.【答案】 B,D

【解析】 启动时,乘客相对于车厢有向后的运动趋势,所以车厢对乘客的作用力向前,与车运动方向相同,故A项错误.

做匀加速运动时,对第6、7、8节车厢分析,合力由第5、6节车厢间的作用力提供,由牛顿第二定律,$F_{5,6}-3f=3ma$;对第7、8节车厢分析,合力由第6、7节车厢间的作用力提供,由牛顿第二定律,$F_{6,7}-2f=2ma$,所以作用力之比为3:2,故B项正确.

由匀变速直线运动公式,$v^2=2as$,加速度恒定,距离与关闭发动机的速度的平方成正比,故C项错误.

设每节动车的功率为P,阻力恒定为f,当2节动车带6节拖车时,最大速度为$v_1=\frac{2P}{8f}$;当4节动车带4节拖车时,最大速度为$v_2=\frac{4P}{8f}$,最大速度之比为1:2,故D项正确.

175.【答案】 A,B

【解析】 易知,运动时间最短时,有$f_{径}=\frac{mv^2}{r}$,可知当半径越小时,其圆周运动的线速度也越小,则赛车从小圆弧出来后应加速,故A项正确.

在大圆弧上时$f_{径}=\frac{mv^2}{R}=2.25mg$,解得:$v=\sqrt{2.25gR}=45\ \text{m/s}$,故B项正确.

同理在小圆弧上时最大速度为$v'=30\ \text{m/s}$,结合匀变速直线运动公式$v^2-v'^2=2a\sqrt{OO'^2-(R-r)^2}$,代入数据解得:$a=\frac{15\sqrt{3}}{4}\approx6.5\ \text{m/s}^2$,故C项错误.

由几何关系可知小圆弧所对应的圆心角为120°,运动时间最短时,有$2.25mg=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$,得$T=\frac{8\pi}{3}$,所以$t=\frac{1}{3}T=2.79\ \text{s}$,故D项错误.

176.【答案】 A

【解析】 问题求解:本题要求知晓均匀球壳对内部质点的万有引力合力为零.

地面处重力加速度:$mg=G\frac{Mm}{R^2}$ 又:$M=\rho\frac{4}{3}\pi R^3$ 得 $g=G\frac{M}{R^2}=\frac{4}{3}\pi G\rho R$;矿井底部重力加速度:$mg'=G\frac{M'm}{(R-d)^2}$

得:$g'=\frac{GM'}{(R-d)^2}=\frac{4}{3}\pi G\rho(R-d)$;所以:$\frac{g'}{g}=\frac{R-d}{R}=1-\frac{d}{R}$,故A项正确.

177.【答案】 B,D

【解析】 根据$v-t$图象,可由所围面积求得位移.得出$t=2\ \text{s}$时甲球的位移为40 m,乙球的位移为0,但需注意题干两球从距地面不同高度处抛出,故高度差不等于位移差.故A项错误.

$t=4\ \text{s}$时甲球位移为x轴上方面积减去下方面积,甲球的位移为40 m,乙球位移为上方至4 s处面积,乙球的位移也为40 m.故B项正确.

由于初速度相同,两球从抛出到回到抛出点的运动情况一致,所以两球从抛出至达到最高点时间间隔和从抛出到回到抛出点的时间间隔相等.但由于抛出点高度不同,回到抛出点之后的运动时间不同,所以落到地面的时间间隔不同.故C项错误,D项正确.

178.【答案】 A,C,D

【解析】 整体分析:$F=(3m+m')a$,总质量增加,F不变,所以加速度会减小. 故A项正确.

若黏在a上,则对c分析,$T=ma$,由于a减小,则T减小;对b分析,$F-f=ma$,加速度减小,所以摩擦力增大. 故B项错误.

若黏在b上,则对分析c,$T=ma$,由于a减小,则T减小;对a、c一起分析,$f=2ma$,加速度减小,所以摩擦力减小. 故C项正确.

若黏在c上,则对b分析,$F-f=ma$,由于加速度减小,恒力F不变,所以摩擦力增大;对a、b分析,$F-T=2ma$,加速度减小,恒力F不变,所以绳中张力增大. 故D项正确.

179.【答案】 B,C

【解析】 依题意:当物块相对木板滑动了一段距离但仍有相对运动时撤掉拉力,此时物块的速度小于木板的速度,物块受到木板的滑动摩擦力方向向右,与其速度方向相同,向右做加速运动,而木板受到物块的滑动摩擦力方向向左,与其速度方向相反,向右做减速运动,当二者速度相等时共同向右做匀速直线运动. 故B、C项正确.

180.【答案】 A,C

【解析】 问题求解:已知两物体做匀速直线运动,物体处于平衡状态,应用整体法分析,对两物体和弹簧组成的系统:竖直方向:$N+F\sin\theta=m_1g+m_2g$;水平方向:$F\cos\theta=f$,解得:$N=m_1g+m_2g-F\sin\theta$,$f=F\cos\theta$,故A、C项正确.

易错项辨析:本题易错项为B. 考生可能对于物体的受力分析有误,本题采用整体法分析比较简单,故易错选B项.

181.【答案】 B,C

【解析】 过程分析:第一宇宙速度为在地表的环绕速度,随着飞船高度升高,环绕速度减小,即动能减小,势能增加;第二宇宙速度为脱离地球引力的最小速度.

飞行器在近圆形轨道,而第一宇宙速度为最大环绕速度,因此飞行器速度不可能大于第一宇宙速度,故A项错误;

飞船所处的空间处在极其稀薄的大气层内,如不加干预,其轨道高度降低,速度增大,故B、C项正确;

航天员仍受到地球的引力,只是引力全部提供向心力,不产生重力作用,故D项错误.

易错项辨析:本题易错项为A. 考生可能对第一宇宙速度和第二宇宙速度的概念掌握不熟练,故易错选A项.

182.【答案】 A,D

【解析】 物体做速率逐渐增加的直线运动,其加速度方向和速度方向一致,则其合外力的方向与速度方向一致,故A项正确.

物体做平抛运动,其合外力方向不发生改变,故B项错误.

物体做变速率圆周运动,则其合外力可分解为指向圆心的力和沿速度方向的力,前者作为向心力,后者改变其速率大小. 则合外力方向不指向圆心,故C项错误.

物体做匀速率曲线运动,则其合外力沿速度方向的分力为0,否则速率大小发生变化,即其所受合外力的方向总是与速度方向垂直,故D项正确.

183.【答案】 B

【解析】 由万有引力提供向心力有$G\frac{m_1m_2}{L^2}=m_1r_1\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$,$G\frac{m_1m_2}{L^2}=m_2r_2\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$,又$L=r_1+r_2$,$M=m_1+m_2$,联立以上各式可得$T^2=\frac{4\pi^2L^3}{GM}$,故当两恒星总质量变为$kM$,两星间距变为$nL$时,圆周运动的周期$T$将变为$\sqrt{\frac{n^3}{k}}T$,故B项正确.

184.【答案】 D

【解析】 弹簧两端的人角速度相同,并且他们间的作用力相等,也就是向心力相等,则有:$M_{甲}\omega^2 r_{甲}=M_{乙}\omega^2 r_{乙}$,即 $M_{甲}r_{甲}=M_{乙}r_{乙}$,且由于两个人是绕着两个人连线上一点旋转且两人距离为 0.9 m,有:$r_{甲}+r_{乙}=0.9$ m.联立解得:$r_{甲}=0.3$ m,$r_{乙}=0.6$ m.根据公式 $F=M_{甲}\omega^2 r_{甲}=9.2$ N,得 $\omega=0.62$ rad/s,并由 $v=\omega r$,运动的半径不同,线速度也不同,故 D 项正确.

185.【答案】 D

【解析】 匀速圆周运动加速度表达式为 $a=\omega^2 r$,月球与空间站绕地球角速度相等,月球运动半径大于空间站运动半径,因此 $a_2>a_1$;月球和同步轨道卫星均由万有引力提供向心力,根据 $a=G\dfrac{M}{r^2}$可知,离地球越远,向心加速度越小,因此 $a_3>a_2$,故 D 项正确.

186.【答案】 B,D

【解析】 对 A 受力分析,受重力、支持力以及 B 对 A 的静摩擦力,静摩擦力提供向心力,$f=3m\omega^2 r\leqslant 3\mu mg$,故 A 项错误,B 项正确.

A、AB 和 C 受到的静摩擦力均提供向心力,故分别进行受力分析,对 A:$3m\omega^2 r\leqslant 3\mu mg$

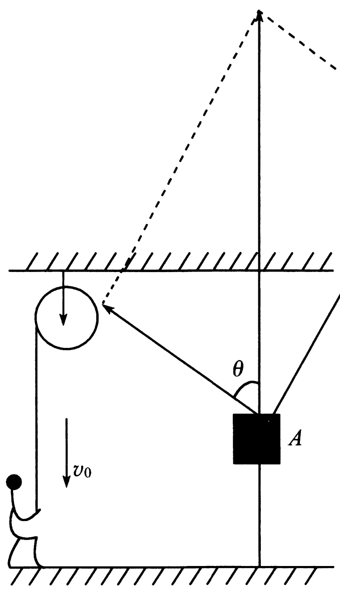
对 AB 整体:$(3m+2m)\omega^2 r\leqslant \mu(3m+2m)g$

对 C:$m\omega^2(1.5r)\leqslant \mu mg$

解得 $\omega\leqslant\sqrt{\dfrac{2\mu g}{3r}}$,故 C 项错误,D 项正确.

187.【答案】 D

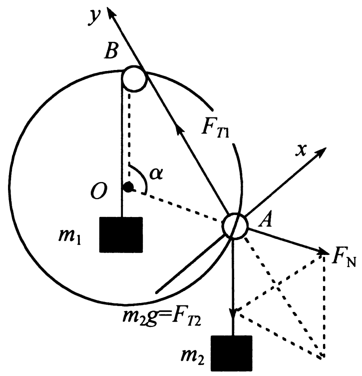
【解析】 将 A 的速度分解为沿绳子方向和垂直于绳子方向,如图所示



拉绳子的速度等于 A 沿绳子方向的分速度,根据平行四边形定则得实际速度为$\dfrac{v_0}{\cos\theta}$,故 D 项正确.

188.【答案】 C

【解析】 对小圆环进行受力分析,如图所示:



小圆环受三个力的作用,绳的拉力 $F_{T1}=m_1g$、绳的拉力 $F_{T2}=m_2g$ 和大圆环的支持力 F_N,大圆环对小圆环支持力的方向沿大圆环的径向,将力沿着 x 轴和 y 轴方向分解,根据几何关系可得,$F_N=m_2g$、$2m_2g\cos\frac{180°-\alpha}{2}=m_1g$,可得 $m_1:m_2=2\sin\frac{\alpha}{2}$,故 C 项正确.

189.【答案】 A,C

【解析】 假设同步卫星的质量为 m,轨道半径为 r,地球的质量为 M. 同步卫星绕地球做匀速圆周运动,由地球的万有引力提供向心力,则有 $G\frac{Mm}{r^2}=m\omega^2r=\frac{mv^2}{r}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r$,解得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$,$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$,$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$,$a=\frac{GM}{r^2}$. 由题意知同步卫星的周期变大,则其轨道半径变大,进而可知线速度减小,角速度减小,向心加速度减小,距地面的高度增大,故 A、C 项正确.

190.【答案】 B

【解析】 过程分析:船在河水中的运动可以分解为垂直于河岸方向和沿河岸方向,由于河水速度仅能沿河岸方向,所以当船的速度方向与河岸垂直时垂直河岸方向的速度分量最大,渡河时间最短.

渡河最短时间 $t=\frac{s}{v}=\frac{300}{3}\text{ s}=100\text{ s}$,故 A 项错误.

船在行驶过程中,船头始终与河岸垂直时,船渡河时间最短,故 B 项正确.

船在垂直于河岸方向上做匀速直线运动,沿河岸方向的速度是由河水速度决定的,故在沿河岸方向为变速运动,所以两运动的合运动是曲线运动,故 C 项错误.

船在垂直于河岸方向上做匀速直线运动,沿河岸方向的速度是由河水速度决定的,当水流速度最大时,船的速度最大,其合速度为 $v_m=\sqrt{3^2+4^2}\text{ m/s}=5\text{ m/s}$,故 D 项错误.

191.【答案】 A,D

【解析】 由于三颗卫星质量完全相等且等间隔分布,则三颗卫星对地球的引力大小相等且方向两两成 120°,因此三力合力为零,即 A 项错误,故选 A 项.

由几何关系得,两颗卫星的距离为$\sqrt{3}r$,因此两颗卫星间的引力大小为$\frac{Gm^2}{3r^2}$,即 B 项正确,故不选 B 项.

由万有引力定律得,一颗卫星对地球的引力大小为$\frac{GMm}{r^2}$,即 C 项正确,故不选 C 项.

由牛顿第三定律得,力的作用是相互的,地球对一颗卫星的引力大小为$\frac{GMm}{r^2}$,即 D 项错误,故选 D 项.

192.【答案】 B

【解析】 物体在 F_1、F_2、F_3 三个共点力作用下做匀速直线运动,三力平衡,必有 F_3 与 F_1、F_2 的合力等大反向,当 F_3 大小不变,方向改变 90°为 F_3'时,F_1、F_2 的合力与 F_3'大小相等,夹角为 90°,所 F_1、F_2、F_3'的合力为 $F_{合}=\sqrt{2}F_3$,则加速度 $a=\frac{\sqrt{2}F_3}{m}$. 当运动速度与合力在一条直线上时,物体做匀变速直线运动;当运动速度和合力不在一条直线上时,物体做匀变速曲线运动,故 B 项正确.

193.【答案】 C

【解析】 剪断绳前,弹簧中的力 $F=(m_A+m_B)g\sin 30°$,绳中的力 $f=m_Ag\sin 30°$,剪断绳后,绳上的力瞬时消失,弹簧上的力瞬间不改变,对 A 有 $a_A=g\sin 30°=\frac{1}{2}g$,对 B 有 $a_B=\frac{(m_A+m_B)g\sin 30°-m_Bg\sin 30°}{m_B}=\frac{m_A}{m_B}\cdot\frac{g}{2}$. 故 C 项正确.

194.【答案】 B

【解析】 根据开普勒周期定律:运动天体的周期的平方与轨道半径的三次方成正比. 可知,$T^2=KR^3$,$T_0^2=KR_0^3$,两式相除后取对数,得 $\lg\frac{T^2}{T_0^2}=\lg\frac{R^3}{R_0^3}$,整理可得:$2\lg\frac{T}{T_0}=3\lg\frac{R}{R_0}$. 故 B 项正确.

195.【答案】 C,D

【解析】 如果木板相对物块静止,木板和物块一起做匀加速直线运动,整体水平方向的受力为:$F-f=2ma$,且 $f=\frac{\mu}{3}\cdot 2mg$,则其加速度为:$a=\frac{F-f}{2m}=\frac{F}{2m}-\frac{\mu g}{3}$,故 D 项正确.

如果木板相对物块运动,则木板就是在物块的摩擦力作用下做匀加速直线运动,则 $\mu mg-\frac{2\mu mg}{3}=ma$,获得的加速度为:$a=\frac{\mu g}{3}$,故 C 项正确.

196.【答案】 A,D

【解析】 从地面刚开始竖直上升时的加速度为 0.5 m/s²,由牛顿第二定律得 $F_{浮}-mg=ma$ 求得浮力 $F_{浮}=4\,830$ N,故 A 项正确.

热气球先做加速后匀速,并且上升过程重力不变,浮力不变,所以空气阻力一定在增大,故 B 项错误.

假设热气球做匀加速运动,根据 $v=at$ 可求出 $t=10$ s 时速度达到 5 m/s,但是热气球做的是加速度逐渐减小的变加速运动,所以速度达到 5 m/s 所用时间大于 10 s,故 C 项错误.

以 5 m/s 匀速上升时热气球所受合力为零,即 $F_{浮}=mg+f_{阻}$,得此时热气球所受空气阻力 $f_{阻}=F_{浮}-mg=230$ N,故 D 项正确.

197.【答案】 B,D

【解析】 当细绳拉力等于 b 的重力沿斜面方向的分力时,b、c 间不存在摩擦力,则当 a 中沙子缓慢流出时,细绳拉力减小,b 会受到沿斜面向上的摩擦力,且摩擦力逐渐增大,故 A 项错误.

当 a 中沙子较多时,细绳的拉力大于 b 的重力沿斜面方向的分力,因为 b 静止,所以 b 受到沿斜面方向向下的摩擦力,所以 b 对 c 的摩擦力平行斜面向上,故 B 项正确.

当 a 中沙子较多时,细绳会有沿斜面向上的拉力. 将 b、c 当做一个整体分析,b、c 整体受到沿斜面方向向上的拉力,又因为 b、c 静止,所以 b、c 整体会受到水平向左的摩擦力,故 C 项错误.

由 C 项分析可知地面对 c 的摩擦力大小等于细绳中拉力沿水平方向的分力的大小,由于沙子流出,拉力减小,则摩擦力减小,故 D 项正确.

198.【答案】 B,C

【解析】 若 $v_2 < v_1$ 那么滑块将受到向右的摩擦力 f 和向左的拉力 T,若 $T > f$,P 向右做匀减速运动,减速到零后反向加速,整个过程中受力情况不改变,则 P 向左加速到初速度时恰好离开传送带,图象应为一条倾斜向右下过 t 轴的直线;若 $T < f$ 那么滑块向右做匀加速运动,且对 Q 受力分析可知,此时 Q 的重力小于 P 受到的最大摩擦力,当 P 速度增加到 v_1 后,与传送带相对静止做匀速直线运动,最终从传送带右端掉下,B 项图符合.

若 $v_2 > v_1$,滑块受到向左的摩擦力 f 和向左的拉力 T,此时滑块向右做匀减速运动,加速度为$\frac{T+f}{m}$,当滑块速度减小到 v_1 时,摩擦力反向,此时若 Q 的重力大于 P 受到的最大摩擦力,滑块将继续做匀减速运动,减速到零后反向加速,直到从传送带左侧掉下,加速度为$\frac{T-f}{m}$,小于前面的加速度,C 项图符合;此时若 Q 的重力小于 P 受到的最大摩擦力,滑块将做匀速运动,没有符合的选项,故 B、C 项正确.

易错项辨析:本题易错项为 A. 考生可能未考虑到比较加速度变化前后加速度的大小,故易错选 A 项.

199.【答案】 C,D

【解析】 过程分析:在接触弹簧前小球只受到重力作用,做自由落体运动. 接触弹簧后小球受到向上的弹力作用,在弹力小于重力的时候小球仍具有向下的加速度,但是加速度大小随弹力增加而减小;在弹力大于重力的时候小球具有向上的加速度,开始做减速运动.

小球接触弹簧后仍做加速运动,当弹力等于重力时速度最大,故 A 项错误.

当弹力大于重力后加速度才变为竖直向上,故 B 项错误.

由过程分析可知,小球接触弹簧后先做加速度不断减小的加速运动,后做加速度不断增大的减速运动,故 C、D 项正确.

200.【答案】 D

【解析】 以 B 为研究对象,水平方向上,受到向左的弹簧弹力作用,由受力平衡得 B 还受到向右的摩擦力作用,故 A 项错误.

由 A 项分析得 A 对 B 的摩擦力向右,则 B 对 A 的摩擦力向左,故 B 项错误.

以 A、B 和弹簧整体为研究对象,水平方向上整体不受力,则地面对 A 没有摩擦力,故 C 项错误,D 项正确.

201.【答案】 A

【解析】 物块 B 向右做匀减速运动,加速度水平向左且保持不变,其水平方向上只受到摩擦力作用,摩擦力提供加速度,故摩擦力方向向左且大小不变,故 A 项正确.

202.【答案】 B

【解析】 两个"手臂"对砖施加的静摩擦力的合力与砖的重力大小相等,方向相反. 当砖受到的静摩擦力刚好为最大静摩擦力时,有 $mg=2\mu F_{max}$. 当"手臂"与砖之间的压力达到最大时,动摩擦因数达到最小值,则此最小值为$\frac{mg}{2F_{max}}$,故 B 项正确.

203.【答案】 B,D

【解析】 若小车匀速向左运动,则水也匀速运动,速度相等,不会从碗中洒出,故 A 项错误.

小车突然向左加速,由于惯性,水还没有来得及加速,所以小车向左的速度大于水向左的速度,可以出现图示情况,故 B 项正确.

小车突然向左减速,由于惯性,水还没有来得及减速,所以小车向左的速度小于水向左的速度,水应向左洒出,故 C 项错误.

小车突然向右减速,由于惯性,水还没有来得及减速,所以小车向右的速度小于水向右的速度,可以出现图示情况,故 D 项正确.

204.【答案】 B,C

【解析】 物体 A 与传送带一起匀速运动,它们之间无相对运动或相对运动趋势,即无摩擦力作用,故 A 项错误.

B、C 物体虽然运动方向不同,但都处于平衡状态,在沿传送带方向都要有沿传送带向上的静摩擦力与重力沿传送带向下的分力相平衡,所以三个物体中只有 A 物体不受摩擦力作用,故 B 项正确.

B、C 物体受到的静摩擦力都与重力沿传送带向下的分力大小相等,方向相同,故 C 项正确,D 项错误.

205.【答案】 B,D

【解析】 在 $t=0$ 到 $t=1$ s 之间,甲物体速度始终为正,沿正方向运动,乙物体速度在 $t=0.5$ s 前为负,之后变为正,所以乙物体先沿负方向运动,后沿正方向运动,故 A 项错误.

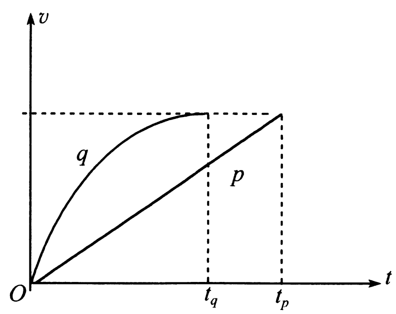
根据 $v-t$ 图象与时间轴围成的面积为物体的位移,面积表示位移大小,同时也区分正负,可知乙物体在 $t=0$ 到 $t=7$ s 之间的位移为零,故 B 项正确.

甲在 $t=0$ 到 $t=4$ s 之间速度始终为正,位移一直变大,不做往复运动,故 C 项错误.

根据 $v-t$ 图象的斜率表示物体的加速度,可知甲、乙在 $t=6$ s 时的加速度方向相同,故 D 项正确.

206.【答案】 B

【解析】



小球 p 做匀加速直线运动,小球 q 做加速度减小的加速运动,速度时间图象中的面积表示物体运动的位移,两小球的位移是相等的,根据图象得知 $t_q < t_p$,即 q 小球先到达,故 B 项正确.

207.【答案】 B,D

【解析】 对木块和小车作整体分析,根据牛顿第二定律可得:$a=\frac{F}{M+m}$. 对木块隔离分析可得:$f=ma$. 联立方程可得:$f=\frac{mF}{m+M}$. 故 B、D 项正确.

208.【答案】 D

【解析】 根据 $h=\frac{1}{2}gt^2$ 可知第一滴水落地时下落时间 $t=\frac{4\sqrt{10}}{10}$ s,因此每两滴水间的时间间隔 $\Delta t=\frac{\sqrt{10}}{10}$ s,所以此时第二滴水已下落了$\frac{3\sqrt{10}}{10}$ s,距地面高度为 3.5 m,故 D 项正确.

209.【答案】 B

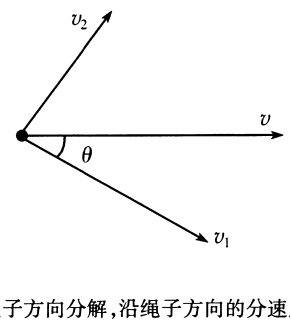
【解析】 首先对 A,在水平方向上,A 只受 B 施加的摩擦力作用,摩擦力提供向心力,指向圆心. 其次对 B,根据力的相互性,B 受到 A 施加的摩擦力作用,方向背离圆心,由于 B 也做圆周运动,所以 B 必受到圆盘施加的指向圆心的摩擦力作用,这两个摩擦力的合力提供 B 的向心力,所以向心力不单独分析,故 B 项正确.

210.【答案】 B

【解析】 设最大速度为 v,设加速过程加速度、时间、位移为 a_1、t_1、s_1,减速过程加速度、时间、位移为 a_2、t_2、s_2,对于初速度为 0 的匀变速直线运动而言 $s=\frac{1}{2}at^2$,$v=at$,则由题意得,$t_1+t_2=10$ s,$s_1+s_2=15$ m,所以$\frac{1}{2}vt_1+\frac{1}{2}vt_2=s_1+s_2$,则 $v=3$ m/s,故 B 项正确.

211.【答案】 A

【解析】



如图所示,将车速沿绳子方向和垂直于绳子方向分解,沿绳子方向的分速度就是 A 物体上升的速度,为 $v\cos\theta$,当车向右运动时,θ 减小,$\cos\theta$ 增大,所以 A 物体加速上升,绳子拉力大于 A 物体的重力,故 A 项正确.

212.【答案】 D

【解析】 当框架对地面压力为零瞬间,弹簧对框架的作用力竖直向上,且大小为 $F_{弹}=Mg$,弹簧此时被压缩. 对小球进行受力分析,其受到重力和弹簧弹力作用,故根据牛顿第二定律可知:$a=\frac{F_{弹}+mg}{m}=\frac{(M+m)g}{m}$. 故 D 项正确.

213.【答案】 B,D

【解析】 根据均值不等式,在地球和月球的质量相等的时候,它们之间的万有引力是最大的,所以在加大它们之间的质量差距的过程中,它们的万有引力是减小的,故 A 项错误,B 项正确.

$\frac{GMm}{R^2}=m\frac{(2\pi)^2}{T^2}R$,化简得 $T=2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$,地球的质量增加,则 T 变短,故 C 项错误,D 项正确.

214.【答案】 B,D

【解析】 力 F 撤去瞬间,弹簧对 A、B 的作用力不变,则 A 受力不变,合外力仍为零,加速度为零,B 水平方向上只受向右的弹力,大小等于 F,加速度为 F/m,故 B、D 项正确.

215.【答案】 A,C

【解析】 物块开始时受弹力 $F=5$ N,而处于静止状态,说明受到的静摩擦力为 5 N,则物块的最大静摩擦力 $f_m\geqslant$ 5 N. 当物块相对于小车向右恰好发生滑动时,加速度为 $a_0\geqslant\frac{F+F_0}{m}\geqslant\frac{5+5}{10}$ m/s^2 = 1 m/s^2. 所以当小车的加速度为 a = 1 m/s^2 时,物块 A 相对小车仍静止. 故 A 项正确.

根据牛顿第二定律得:小车以加速度 $a=1$ m/s^2 沿水平地面向右加速运动时,弹簧拉力水平向右,大小仍为 5 N,摩擦力水平向右大小仍为 5 N. 故 B、D 项错误,C 项正确.

216.【答案】 C

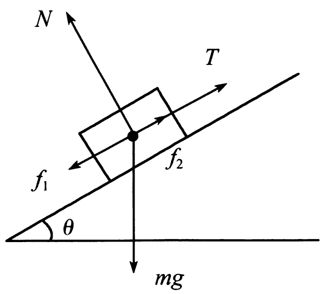
【解析】 由牛顿第二定律,小环在最低点时有 $N-mg=m\frac{v^2}{R}$,由于有两个小环,则对大环分析得 $T=Mg+2N'$,由牛顿第三定律,$N=N'$,$T=T'$,联立得大环对轻杆的拉力大小为 $T'=2m\left(g+\frac{v^2}{R}\right)+Mg$,故 C 项正确.

217.【答案】 B,D

【解析】 考虑两个极限情况,在 b 点 A 的重力 mg 和 B 对 A 的支持力 N 的合力 $mg-N$ 提供向心力,则 $mg>N$,B 对 A 水平方向的摩擦力 f 为零;在 a 点,A 的重力 mg 和 B 对 A 的支持力 N 大小相等,即 $mg=N$,摩擦力 f 提供向心力,所以 $f>0$. 则从 a 到 b 的过程中 B 对 A 的摩擦力越来越小,B 对 A 的支持力越来越小,故 B、D 项正确.

218.【答案】 A

【解析】



木板倾角 θ 缓慢增大过程,弹簧始终处于拉伸状态,受力分析如图(f_1、f_2 分别对应两种状态下 P 受到的静摩擦力).初始时倾角为零,P 受到弹簧拉力和木板施加的静摩擦力是一对平衡力,使 P 水平方向保持平衡,即 $f_0=T$,f_0 方向向左;当倾角增大,P 沿斜面方向受力平衡可得 $mg\sin\theta+f_1=T\Rightarrow f_1=T-mg\sin\theta$,当倾角 θ 增大到 $mg\sin\theta=T$ 时静

摩擦力减小到零;倾角 θ 继续增大,摩擦力方向沿斜面向上增大,P 沿斜面方向受力平衡可得 $mg\sin\theta = T + f_2 \Rightarrow f_2 = mg\sin\theta - T$. 所以整个过程中 P 受到的静摩擦力先减小后增大,方向先沿斜面向下后沿斜面向上. 故 A 项正确.

219.【答案】 C,D

【解析】 我们研究火星和地球绕太阳做圆周运动,火星和地球作为环绕体,质量将被约去,无法求得火星和地球的质量之比,更不可能知道火星和太阳的质量之比,故 A、B 项错误.

由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r = \frac{mv^2}{r}$ 知,已知周期之比,我们可以得到做圆周运动的半径之比,运行速度之比,故 C、D 项正确.

220.【答案】 B

【解析】 船的运动可以看成是沿水流方向和偏向上游方向的直线运动的合运动,合运动方向垂直于河岸,当水流速度 v_1 增大时,为保持合运动方向垂直于河岸不变且准时到达,根据矢量三角形法则可知应该增大 α 角,增大船速 v,故 B 项正确.

221.【答案】 B

【解析】 物体在第 1 秒内与第 2 秒内位移分别可以表示为 $x_1 = \frac{1}{2}a \cdot 1^2$,$x_2 = \frac{1}{2}a \cdot (2^2 - 1^2)$,则 $x_1 : x_2 = 1 : 3$,而在走完第 1 米时与走完第 2 米时有方程 $1 = \frac{1}{2}at_1^2$,$2 = \frac{1}{2}at_2^2$,解得 $t_1 : t_2 = 1 : \sqrt{2}$,可知在走完第 1 米时与走完第 2 米时的速度大小之比为 $v_1 : v_2 = at_1 : at_2 = 1 : \sqrt{2}$,故 B 项正确.

222.【答案】 A,B,D

【解析】 要使竖直分速度最大就要让小球落在 c 点,由平抛运动的规律,得 $\frac{1}{2}gt^2 = R$,$v_0 t = R$,联立解得小球的初速度 $v_0 = \frac{\sqrt{2gR}}{2}$. 故 A 项正确.

$v_0 = \frac{\sqrt{2gR}}{2}$ 时小球落在 c 点,当 $v_0 < \frac{\sqrt{2gR}}{2}$ 时,小球将落在 ac 段. 故 B 项正确.

设小球垂直击中环,则其速度方向的反向延长线必过圆心,设其与水平方向的夹角为 θ,$R\sin\theta = \frac{1}{2}gt^2$,$R(1 + \cos\theta) = v_0 t$,且 $\tan\theta = \frac{gt}{v_0}$ 可解得 $\theta = 0$,可知这是不现实的,故 C 项错误,D 项正确.

223.【答案】 C

【解析】 物体与弹簧分离时,弹簧恢复原长,故 A 项错误.

刚开始物体处于静止状态,重力和弹力二力平衡,有 $mg = kx$;拉力 F_1 为 10 N 时,弹簧弹力和重力平衡,合力等于拉力,根据牛顿第二定律,有 $F_1 + kx - mg = ma$;物体与弹簧分离后,拉力 F_2 为 30 N,根据牛顿第二定律,有 $F_2 - mg = ma$,联立求解可知物体的质量 $m = 2$ kg,物体的加速度大小为 5 m/s^2,弹簧的劲度系数为 5 N/cm,故 B、D 项错误,C 项正确 .

224.【答案】 C,D

【解析】 当小车处于静止或者匀速运动状态时,小球处于平衡状态,只受到重力和杆对球的作用力,两者大小相等,方向相反,所以 $F = mg$,方向竖直向上,故 A、B 项错误,C 项正确.

小车向右匀加速运动时,F 在水平方向上的力提供加速度,F 在竖直方向上的力与 mg 平衡,所以 $F > mg$,当 $F\cos\theta = mg$ 时方向沿杆向上,故 D 项正确.

225.【答案】 B

【解析】 由机械能守恒定律 $mgh=\frac{1}{2}mv^2$，得在下落 2 m 后，消防员的速度 $v=\sqrt{40}$ m/s. 匀减速过程，根据牛顿第二定律 $F-mg=ma$，由 $2ax=v^2$，得 $a=40$ m/s^2，$F=5mg$. 故 B 项正确.

226.【答案】 C

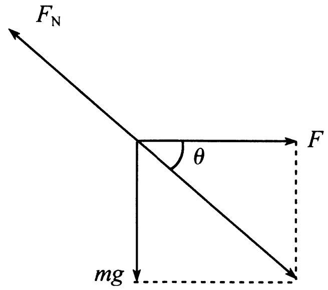
【解析】 以滑块 Q 为研究对象，沿斜面方向，它受到重力的分力，没有摩擦力作用，只有在弹簧力作用下，滑块 Q 才会保持平衡状态而匀速运动，故存在弹簧力. 以滑块 Q 和 L 形木板 P 为研究对象，沿斜面方向，它受到重力的分力，只有在摩擦力作用下，它们才会保持平衡状态而匀速运动，故 P 与斜面之间存在摩擦力. 故 L 形木板 P 一定受到重力，Q 对 P 的压力，斜面对 P 的支持力，弹簧对 P 的弹力，斜面对 P 的摩擦力，一共五个力，故 C 项正确.

227.【答案】 A

【解析】 设每个物块的质量为 m，B 与斜面之间动摩擦因数为 μ. 以 AB 整体为研究对象，根据平衡条件得 $2mg\sin\alpha=2\mu mg\cos\alpha+\mu mg\cos\alpha$，解得 $\mu=\frac{2}{3}\tan\alpha$，故 A 项正确.

228.【答案】 A

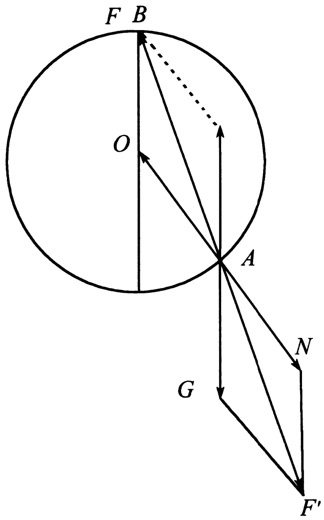
【解析】



对小滑块受力分析，它受水平推力 F、重力 mg、支持力 F_N 而三力平衡，将水平推力 F 和重力 G 合成，如图所示，由几何关系可得 $F=\frac{mg}{\tan\theta}$，$F_N=\frac{mg}{\sin\theta}$，故 A 项正确.

229.【答案】 C

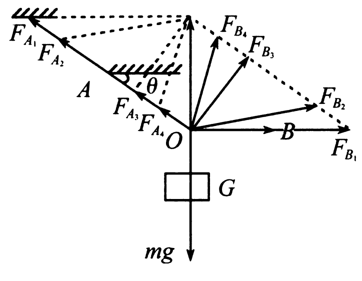
【解析】



小球沿圆环缓慢上移可看做匀速运动，则小球受力平衡，对小球进行受力分析，小球受重力 G、拉力 F 和弹力 N 而三力平衡，作出受力分析图. 由图结合相似三角形得到：$\frac{G}{R}=\frac{F}{AB}=\frac{N}{R}$. 当 A 点上移时，半径不变，AB 长度减小，故 F 减小，N 不变，故 C 项正确.

230.【答案】 D

【解析】



对 O 点受力分析，受重力和两个拉力，如图所示. 由受力平衡得，将两个拉力合成，与重力大小相等、方向相反，如图所示，从图中可以看出，OB 绳子的拉力先减小后增加，OA 绳子的拉力一直减小，故 D 项正确.

231.【答案】 C

【解析】 因为运动员做匀速直线运动，故其落地时间为：$t=\frac{x}{v}=\frac{10}{5}$ s $=2$ s. 掉落的扣子做初速度为 5 m/s，加速度 $a=g=10$ m/s^2 的匀加速直线运动，根据位移时间关系有：$x=v_0t'+\frac{1}{2}at'^2$ 代入：$x=10$ m，$a=10$ m/s^2，$v_0=5$ m/s 得：$t'=1$ s（另一负值舍去），跳伞员比扣子晚着陆 2 s − 1 s = 1 s，故 C 项正确.

232.【答案】 A

【解析】 由位移与速度的公式 $2ax=v_t^2-v_0^2$ 计算得中点经过 O 的速度为 5 m/s,故 A 项正确.

233.【答案】 B,C

【解析】 A 项,第一宇宙速度 7.9 km/s 是绕地球表面飞行的速度,距离地球表面越远则速度越小,故 A 项错误.

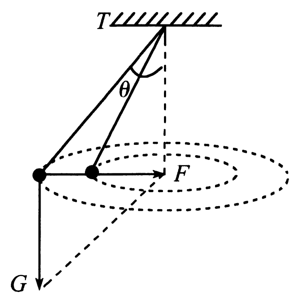
B 项,同步卫星角速度和地球自转角速度相等,即相对地面静止,故 B 项正确.

C 项,已知同步卫星的周期为一天,月球的周期为一个月,根据 $\omega=\frac{2\pi}{T}$ 可知该卫星绕地球运行的角速度比月球绕地球运行的角速度大,故 C 项正确.

D 项,$a=\omega^2 r$,已知二者的角速度是相等的,而 r 不同,则加速度不等,故 D 项错误.

234.【答案】 A,C

【解析】



设细线与竖直方向上的夹角为 θ,对小球进行受力分析如图所示,则 $F=mg\tan\theta$. 运动半径 $r=l\sin\theta$,其中 l 为细线长度.

A 项,$mg\tan\theta=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 l\sin\theta$,移项化简得 $T=2\pi\sqrt{\frac{l\cos\theta}{g}}$,因为 $l\cos\theta_1=l\cos\theta_2$,所以 $T_1=T_2$,故 A 项正确.

B 项,$mg\tan\theta=\frac{mv^2}{l\sin\theta}$,移项化简得 $v=\sqrt{gl\sin\theta\tan\theta}=\sqrt{gl\cos\theta(\tan\theta)^2}$,因为 $l\cos\theta_1=l\cos\theta_2$,$\tan\theta_1\neq\tan\theta_2$,所以 $v_1\neq v_2$,故 B 项错误.

C 项,根据 A 项分析得知 T 相同,因为 $\omega=2\frac{\pi}{T}$,所以 ω 相同,故 C 项正确.

D 项,向心力 $F=mg\tan\theta$,因为 θ 不同,所以 $F_1\neq F_2$,根据 $a=\frac{F}{m}$ 得知 $a_1\neq a_2$,故 D 项错误.

235.【答案】 A,B,D

【解析】 当传送带不动或者传送带逆时针匀速转动时,物体一定会受到滑动摩擦力作用,摩擦力方向水平向左且大小相同,物体做匀减速运动,经过相同的位移,终点速度一定相同. 根据牛顿第二定律可得物体加速度大小为 $a=\frac{\mu mg}{m}=1\ \mathrm{m/s^2}$. 根据匀变速运动规律 $v_2^2-v_1^2=2as$ 可知,物体到达 B 点时的速度大小为 $v_B=3$ m/s. 当传送带顺时针匀速转动时,若传送带转速小于 3 m/s 时,则物体到达 B 点时的速度大小为 3 m/s. 故 A、B、D 项正确.

236.【答案】 B,D

【解析】 3 个小球都做平抛运动,竖直方向的下落高度为 $h=\frac{1}{2}gt^2$,可知落在 a 点的小球的下落高度最大,即飞行时间最长,故 A 项错误.

小球在水平方向上保持恒定的初速度不变,速度变化为 $\Delta v=g\Delta t$,落在 a 处的球的运动时间最长,即速度变化最大,故 B 项正确.

3 个小球的加速度都为重力加速度,故它们的速度变化一样快,故 C 项错误.

落在左侧的斜面上的小球的瞬时速度不可能与斜面垂直;再进一步讨论 b、c 点,若瞬时速度的方向与斜面垂直,设斜面的倾角为 θ,可得速度方向与竖直方向夹角为 θ,$\tan\theta=0.5$,即 $\frac{v_0}{gt}=0.5$,若要保证这个要求需满足 $\frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0t}=1$,即水平位移的大小等于竖直位移,考虑三角形尺寸因素,知这种情况不成立,故 D 项正确.

237.【答案】 B,C

【解析】 A、B 均静止所受合力为零,设弹簧的弹力大小为 F,$F=2$ N,当弹簧处于被拉伸状态时,由平衡条件得:

对 A 受力分析得:细线的拉力 $F_1=F+G_A=5$ N,

对 B 受力分析得:地板对 B 的支持力 $F_N=G_B-F=2$ N,则 B 对地板的压力为 2 N,方向竖直向下.

当弹簧处于被压缩状态时,根据平衡条件得:

对 A 受力分析得:细线的拉力 $F_1=G_A-F=1$ N,

对 B 受力分析得:地板对 B 的支持力 $F_N=G_B+F=6$ N,则 B 对地板的压力为 6 N,方向竖直向下. 故 B、C 项正确.

238.【答案】 A,D

【解析】 由于物体做匀变速直线运动,$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$,物体从 4 m/s 变为 10 m/s 就有两种可能,一是物体从 4 m/s 加速到 10 m/s,此时加速度为 6 m/s²;二是物体从 4 m/s 先减速后反方向加速到 10 m/s,此时加速度大小为 14 m/s²;因为 $2ax=v_2^2-v_1^2$,所以可求得第一种情况时的位移大小为 7 m,第二种情况的位移大小约为 3 m,故 A、D 项正确.

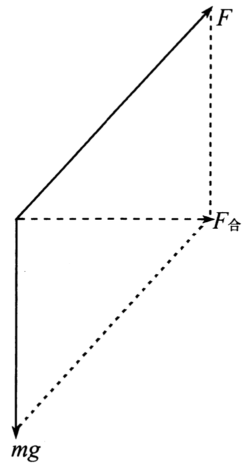
239.【答案】 A,D

【解析】 当物体匀速通过 A、B 两点时,$x=vt$. 当物体先匀加速后匀减速通过 A、B 两点时,根据平均速度公式,总位移 $x=\frac{v_m}{2}t_1+\frac{v_m}{2}t_2=\frac{v_m}{2}t$,则 $\frac{v_m}{2}t=vt$,得 $v_m=2v$. 与 a_1、a_2 的大小无关,故 A 项正确,B 项错误.

匀加速运动的时间和匀减速运动的时间之和 $t=\frac{v_m}{a_1}+\frac{v_m}{a_2}$,而 $v_m=2v$,代入得 $t=\frac{2v}{a_1}+\frac{2v}{a_2}$,整理得 $\frac{a_1\cdot a_2}{a_1+a_2}=\frac{2v}{t}$,故 C 项错误,D 项正确.

240.【答案】 C

【解析】



如图,飞机做圆周运动所需的向心力由重力 mg 和空气对飞机的作用力 F 的合力 $F_合$ 提供,$F_合=\frac{mv^2}{R}$,根据勾股定理得知 $F=\sqrt{(mg)^2+\left(\frac{mv^2}{R}\right)^2}=m\sqrt{g^2+\frac{v^4}{R^2}}$,故 C 项正确.

241.【答案】 C

【解析】 在地球上有$\frac{GMm}{R^2}=\frac{mv_1^2}{R}$,$\frac{GMm}{R^2}=mg$,联立上述两式得 $v_1=\sqrt{gR}$,在该星球上,$v_{1星}=\sqrt{\frac{gr}{6}}$,则 $v_{2星}=\sqrt{2}\times\sqrt{\frac{gr}{6}}=\sqrt{\frac{1}{3}gr}$,故 C 项正确.

242.【答案】 A,C

【解析】 A 项,$\frac{GMm}{R^2}=m\frac{(2\pi)^2}{T^2}R$,移项化简得 $M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$,所以可以求出地球的质量,故 A 项正确.

B 项,$\frac{GmM}{R^2}=M\frac{(2\pi)^2}{T^2}R$,其中 M 为地球的质量,m 为太阳的质量,移项化简得 $m=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$,所以只能求出太阳的质量,不能求出地球的质量,故 B 项错误.

C 项,$\frac{GMm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$,$\frac{GMm}{R^2}=m\frac{(2\pi)^2}{T^2}R$,联立上述两式得 $M=\frac{v^3T}{2\pi G}$,故 C 项正确.

D 项,$\frac{GmM}{R^2}=\frac{Mv^2}{R}$,其中 M 为地球的质量,m 为太阳的质量,移项化简得 $m=\frac{v^2R}{G}$,所以只能求出太阳的质量,不能求出地球的质量,故 D 项错误.

243.【答案】 A,D

【解析】 由题图可知,t_0 至 t_1 时间段弹簧秤的示数小于 G,物体可能向下加速,也可能向上减速;t_1 至 t_2 时间段弹力等于重力,故合力为零,物体可能为匀速也可能静止;而 t_2 至 t_3 时间段内合力向上,故物体加速度向上,电梯可能向上加速也可能向下减速,故 A、D 项正确.

244.【答案】 A,D

【解析】 $\frac{GMm}{R^2}=m\frac{(2\pi)^2}{T^2}R$,移项化简得 $T=2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$,故 A 项正确,B 项错误.

$M=\frac{4\pi R^3}{3}\rho$,代入 $T=2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$,化简得 $T=\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$,故 C 项错误,D 项正确.

245.【答案】 B

【解析】 设总路程为 $2L$,甲用时 $t_{甲}=2t$,乙行驶前一半路程和后一半路程用时 t_1、t_2,甲的行驶过程 $2L=v_1t+v_2t$,所以甲用时 $t_{甲}=2t=\frac{4L}{v_1+v_2}$,乙的行驶过程 $L=t_1v_1$、$L=t_2v_2$,所以乙用时 $t_{乙}=t_1+t_2=\frac{L}{v_1}+\frac{L}{v_2}$,用差值法比较 $t_{甲}$、$t_{乙}$,得 $t_{甲}<t_{乙}$,故 B 项正确.

246.【答案】 D

【解析】 由于两物体受到两个力挤压,所以它们将一起运动,加速度相同. 因为它们质量相同,所以它们所受合力也相同. 因此 $F_1-N=N-F_2$,$N=\frac{1}{2}(F_1+F_2)$,故 D 项正确.

247.【答案】 B,C

【解析】 因为皮带交叉,所以当主动轮顺时针转动时,从动轮逆时针转动. 由于两轮由一条皮带相连接,所以 $v_{主}=v_{从}$,根据 $v=\omega r=2\pi nr$,得知 $2\pi nr_1=2\pi n_{从}r_2$,所以 $n_{从}=\frac{r_1}{r_2}n$,故 B、C 项正确.

248.【答案】 A,B,D

【解析】 行星的角速度 $\omega=\frac{2\pi}{T}$,$r=\frac{v}{\omega}=\frac{vT}{2\pi}$,故 A 项正确.

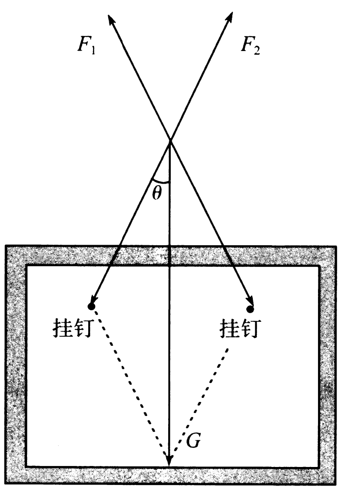
设行星的半径为 R,$M=\frac{4\pi R^3}{3}\rho$,$\frac{GMm}{R^2}=m\frac{(2\pi)^2}{T^2}R$,联立上述两式得 $\rho=\frac{3\pi}{GT^2}$,故 B 项正确.

$\frac{GMm}{R^2}=m\frac{(2\pi)^2}{T^2}R$,$\frac{GMm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$,联立上述两式得 $M=\frac{v^3T}{2\pi G}$,可以求出行星的质量,故 C 项错误.

$a=\omega^2r=\omega^2\frac{v}{\omega}=\omega v=\frac{2\pi}{T}v$,故 D 项正确.

249.【答案】 A

【解析】



画框受到重力和绳子的两个拉力，三个力为共点力，受力分析如图. 设绳子与竖直方向的夹角为 θ，绳子长为 $L_0 = 1\ \text{m}$，则有 $mg = 2F\cos\theta$，当绳子张力为最大时，即 $F = 10\ \text{N}$ 时，θ 最大，解得 $\cos\theta = \frac{1}{2}$，两个挂钉的最大距离 $L = 2\times\frac{L_0}{2}\sin\theta$，解得 $L = \frac{\sqrt{3}}{2}\ \text{m}$，故 A 项正确.

250.【答案】 C

【解析】 根据加速度图象可知，0 ~ 1 s，物体做匀加速直线运动；1 ~ 2 s，物体做匀减速直线运动，但速度为正，且在第 2 s 时刻速度为零；2 ~ 3 s，物体沿正方向做初速度为零的匀加速直线运动；3 ~ 4 s，物体沿正方向做匀减速直线运动，且在第 4 s 时刻的速度为零，故 C 项正确.

251.【答案】 B，C

【解析】 B 至少受到重力、A 对 B 的压力和静摩擦力、斜面的支持力四个力，斜面对物体 B 可能有静摩擦力，也有可能没有静摩擦力，所以可能受 4 或 5 个力，故 B、C 项正确.

252.【答案】 A

【解析】 内轨对内侧车轮轮缘挤压将减小向心力，外轨对外侧车轮轮缘挤压将增加向心力. 当火车只受到重力和支持力时，通过受力分析 $mg\tan\theta = m\frac{v^2}{R}$ 得火车的速度将等于 $\sqrt{gR\tan\theta}$. 在本题中，运行速度小于该值，向心力小于 $mg\tan\theta$，所以内轨对内侧车轮轮缘有挤压，故 A 项正确，B 项错误.

因为内轮挤压而产生的力会有一部分的竖直向上的分量，所以支持力会小于$\frac{mg}{\cos\theta}$，故 C、D 项错误.

253.【答案】 B，C

【解析】 根据 $x-t$ 图线可知，t_1 到 t_2 的这段时间里，a 车做匀速直线运动，b 车做减速至速率为 0 然后反方向加速的运动，而且，在 t_1 和 t_2 两时刻 ab 两车在相同位置.

t_1 时刻之前 a 车位移大于 b 车的位移（在共同的运动方向上），故 t_1 时刻是 b 车追上 a 车，故 A 项错误.

t_2 时刻 a 车位移变大，b 车位移变小，两车运动方向相反，故 B 项正确.

t_1 到 t_2 这段时间内，b 的位移时间图线的斜率的绝对值先减小后增大，所以 b 车速率先减小（至 0）后反向增大，故 C 项正确.

t_1 到 t_2 这段时间内，b 车的速率先比 a 大，两线斜率相等的时候，速度相等，故 D 项错误.

计算题篇答案解析

254.【答案】 (1)设两物体间的最大静摩擦力为f,当$F=2.5\ \text{N}$作用于m时,对整体由牛顿第二定律有:$F=(M+m)a$ ①

对M,由牛顿第二定律:$f=Ma$ ②

联立解得:$f=2\ \text{N}$

小物块竖直方向上受力平衡,所受支持力$N=mg$,由摩擦力性质:$f=\mu mg$

解得:$\mu=0.2$. ③

(2)$F=12\ \text{N}$作用于M时,两物体发生相对滑动,设M、m加速度分别为a_1、a_2,对M,由牛顿第二定律:$F-f=Ma_1$ ④

得:$a_1=2.5\ \text{m/s}^2$

对m,由牛顿第二定律:$f=ma_2$ ⑤

得:$a_2=2\ \text{m/s}^2$

由匀变速直线运动规律,两物体在t时间内位移为:

$s_1=\frac{1}{2}a_1t^2$ ⑥

$s_2=\frac{1}{2}a_2t^2$ ⑦

m刚滑下M时

$s_1-s_2=\frac{1}{2}L$ ⑧

由⑥⑦⑧得

解得:$t=2\ \text{s}$.

【解析】 过程分析:小物块在水平方向上受到水平向右的恒力和水平向左的摩擦力作用,做匀加速直线运动;长木板受到小物块对其水平向右的摩擦力作用,做匀加速直线运动.

问题求解:(1)当水平恒力$F=2.5\ \text{N}$时,M与m恰可以一起做匀加速直线运动,分别以二者整体和M为研究对象,可知其做加速运动的加速度大小和最大静摩擦力大小,又知最大静摩擦力等于滑动摩擦力,根据滑动摩擦力$f=\mu N$求解小物块和长木板间动摩擦因数.

(2)分别以小物块和长木板为研究对象,根据牛顿第二定律求解二者的加速度大小,由于小物块和长木板均做匀加速直线运动,二者的加速度大小不同,则同一时刻二者的位移大小不同,又知小物块放在长木板正中间,所以当小物块位移比长木板位移小$\frac{L}{2}$时,小物块恰滑下长木板,根据匀变速直线运动的运动规律求解其运动时间.

255.【答案】 (1)设B车减速运动的加速度大小为a,有

$0-v_B^2=-2ax$,解得:$a=0.25\ \text{m/s}^2$.

(2)设B车减速t秒时两车的速度相同,有

$v_B-at=v_A+a_1(t-\Delta t)$,代入数值解得$t=32\ \text{s}$

在此过程中B车前进的位移为$x_B=v_Bt-\frac{1}{2}at^2=832\ \text{m}$

A车前进的位移为$x_A=v_A\Delta t+v_A(t-\Delta t)+\frac{1}{2}a_1(t-\Delta t)^2$

解得 $x_A=464$ m

因 $x_A+x>x_B$，所以不会发生撞车事故

此时两车相距最近，$\Delta x=x_A+x-x_B=232$ m.

【解析】 (1)由于 B 车开始刹车后做匀减速直线运动，已知其初速度、末速度以及位移大小，根据匀变速运动的运动规律，可以直接求解其加速度大小；

(2)若 B 车刹车 8 s 后，A 车加速前进，则只要两车速度相等时刻之前不相撞，就可以避免事故，且两车最近距离产生在两车速度相等的时刻. 根据匀变速直线运动的运动规律，可以求解两车速度相同的时间，再列出两车的位移方程，即可分别求解出两车的位移大小，若 B 车位移与 A 车位移之差大于初始时刻两车间距，则不能避免事故，若小于初始时刻两车间距，则可以避免事故.

256.【答案】 (1)对 M、m，由牛顿第二定律 $F-(M+m)g\sin\alpha=(M+m)a$ ①

对 m，有 $f-mg\sin\alpha=ma$ ②

$f\leqslant\mu mg\cos\alpha$ ③

代入数据得 $F\leqslant30$ N

又因要拉动木板，则 $F\geqslant(M+m)g\sin\alpha=20$ N. 所以 F 的取值为 20 N$\leqslant F\leqslant$30 N. ④

(2)$F=37.5$ N>30 N，物块能滑离木板 ⑤

对 M，有 $F-\mu mg\cos\alpha-Mg\sin\alpha=Ma_1$ ⑥

对 m，有 $\mu mg\cos\alpha-mg\sin\alpha=ma_2$ ⑦

设物块滑离木板所用时间为 t，由运动学公式，$\frac{1}{2}a_1t^2-\frac{1}{2}a_2t^2=L$ ⑧

代入数据得 $t=1.2$ s ⑨

物块滑离木板时的速度 $v=a_2t$ ⑩

由公式 $-2g\sin\alpha\, s=0-v^2$ ⑪

代入数据得 $s=0.9$ m. ⑫

【解析】 问题求解：(1)物块不滑离木板的条件是二者相对静止以相同的加速度向上滑动，且木板对物块的摩擦力小于等于最大静摩擦力，根据受力平衡和牛顿第二定律即可求得 F 所需满足的条件；

(2)物块一旦相对木板滑动，则受到向上的滑动摩擦力 $\mu mg\cos\alpha$，大于物块重力沿斜面向下的分力，则物块将向上加速，滑离木板时，二者的位移之差为板长，对物块和木板分别受力分析，结合牛顿第二定律和匀变速直线运动规律即可求解时间，且能求出此时物块的速度，滑离木板后，斜面光滑，只有物块重力对物块做功，根据匀变速直线运动规律或者动能定理即可求解滑离木板后沿斜面上升的最大距离.

257.【答案】 (1)圆环从 O 到 D 过程中做平抛运动 $x=v_0t$

$y=\frac{1}{2}gt^2$

读图得 $x=6$ m，$y=3$ m，解得 $v_0=\sqrt{60}$ m/s$\approx$7.75 m/s.

(2)圆环从 A 到 O 过程中，根据动能定理

$Fx_{AO}-\mu mgx_{AB}-mgy_{OB}=\frac{1}{2}mv_0^2$

代入数据得 $F=10$ N.

(3)圆环从 A 到 B 过程中，根据牛顿第二定律 $F-\mu mg=ma$

$x_{AB}=\frac{1}{2}at'^2$

代入数据得 $t'=\sqrt{\frac{8}{5}}$ s$\approx$1.26 s.

【解析】 (1)由于外力 F 大小未知,所以不能根据 A 点到 O 点过程求解;考虑圆环从 O 点运动到 D 点平抛过程,将运动分解为水平和竖直方向,利用平抛运动水平和竖直方向位移公式即可求解圆环在 O 点的速度大小(即平抛水平分速度大小).

(2)对圆环从 A 运动到 O 过程利用动能定理,即可求出外力 F 大小,注意到外力 F 做功的距离为 AO 间水平距离.

(3)对圆环在 AB 段进行受力分析,水平方向受到 F 和滑动摩擦力作用,根据牛顿第二定律求出加速度大小,根据匀变速直线运动位移公式即可求出 AB 段运动时间.

258.【答案】 (1)设卫星 B 绕地心转动的周期为 T',根据万有引力定律和圆周运动的规律有

$$G\frac{Mm}{h^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 h \qquad ①$$

$$G\frac{Mm'}{r^2}=m'\left(\frac{2\pi}{T'}\right)^2 r \qquad ②$$

式中,G 为引力常量,M 为地球质量,m、m'分别为卫星 A、B 的质量.

联立①②解得 $T'=\left(\frac{r}{h}\right)^{\frac{3}{2}}T.$ ③

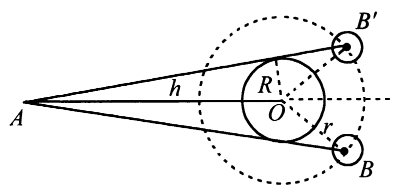
(2)设卫星 A 和 B 连续地不能直接通信的最长时间间隔为 t;

在此时间间隔 t 内,卫星 A 和 B 绕地心转动的角度分别为 α 和 α',则

$$\alpha=\frac{t}{T}\cdot 2\pi \qquad ④$$

$$\alpha'=\frac{t}{T'}\cdot 2\pi \qquad ⑤$$

若不考虑卫星 A 的公转,两卫星不能直接通信时,卫星 B 的位置应在图中 B 点和 B'点之间,图中内圆表示地球的赤道.



由几何关系得

$$\angle BOB'=2\left(\arcsin\frac{R}{h}+\arcsin\frac{R}{r}\right) \qquad ⑥$$

由③式知,当 $r<h$ 时,卫星 B 比卫星 A 转得快,考虑卫星 A 的公转后应有

$$\alpha'-\alpha=\angle BOB' \qquad ⑦$$

由③④⑤⑥⑦式得

$$t=\frac{r^{\frac{3}{2}}}{\pi(h^{\frac{3}{2}}-r^{\frac{3}{2}})}\left(\arcsin\frac{R}{h}+\arcsin\frac{R}{r}\right)T. \qquad ⑧$$

【解析】 (1)已知卫星 A 和卫星 B 均做圆周运动,万有引力提供它们做圆周运动的向心力,联立两个卫星的牛顿第二定律方程即可求解卫星 B 做圆周运动的周期.

(2)不能直接传播时,是指卫星 A 和卫星 B 之间有地球阻隔,假设卫星 A 不动,可以求出不能直接通信时的卫星 B 对应的圆心角,再根据周期和圆心角的关系求解即可.

259.【答案】 (1)设小物体质量为 m.

a. 在北极地面:$G\frac{Mm}{R^2}=F_0$

在北极上空高出地面 h 处:$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=F_1$

得:$\frac{F_1}{F_0}=\frac{R^2}{(R+h)^2}$

当 $h=1.0\%R$:$\frac{F_1}{F_0}=\frac{1}{(1.01)^2}\approx 0.98$.

b. 在赤道地面,小物体随地球自转做匀速圆周运动,受到万有引力和弹簧秤的作用力,有:$G\frac{Mm}{R^2}-F_2=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$

得:$\frac{F_2}{F_0}=1-\frac{4\pi^2R^3}{GMT^2}$.

(2)地球绕太阳做匀速圆周运动,受到太阳的万有引力作用. 设太阳质量为 M_S,地球质量为 M,地球公转周期为 T_E,

有:$G\frac{M_SM}{r^2}=Mr\frac{4\pi^2}{T_E^2}$

得:$T_E=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM_S}}=\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}\left(\frac{r}{R_S}\right)^3}$

其中 ρ 为太阳的密度.

由上式可知,地球公转周期 T_E 仅与太阳的密度、地球公转轨道半径与太阳半径之比有关. 因此“设想地球”的 1 年与现实地球的 1 年时间相同.

【解析】 (1)a. 由于在地球北极地面称量及在北极上空高出地面 h 处称量时,弹簧测力计的示数等于物体受到万有引力的大小,所以可以分别列出两次测量时的万有引力定律公式,联立求解即可.

b. 在赤道地面称量时,物体受到的万有引力不仅仅提供物体的重力,还提供物体随地球自转的向心力,所以弹簧测力计的示数为物体的重力,而此时物体受到的万有引力大小可以认为与在北极地面测量时相同,故测力计示数与物体受到的向心力的大小之和等于物体受到的万有引力的大小,根据牛顿第二定律可以求解 $\frac{F_2}{F_0}$ 的表达式.

(2)由于地球公转时受到太阳的万有引力提供其公转的向心力,可以列出地球公转的牛顿第二定律公式,求解地球公转周期的表达式,分析表达式中变量是否随着地球绕太阳公转的圆周轨道半径、太阳的半径和地球的半径三者变化即可得到结论.

260.【答案】 (1)装甲车加速度 $a=\frac{v_0^2}{2s}=\frac{20}{9}\ \text{m/s}^2$.

(2)第一发子弹飞行时间 $t_1=\frac{L}{v_0+v}=0.5\ \text{s}$

弹孔离地高度 $h_1=h-\frac{1}{2}gt_1^2=0.55\ \text{m}$

第二个弹孔离地高度 $h_2=h-\frac{1}{2}g\left(\frac{L-s}{v}\right)^2=1.0\ \text{m}$

两个弹孔之间的距离 $\Delta h=h_2-h_1=0.45\ \text{m}$.

(3)设第一发子弹打到靶的下沿时,装甲车离靶的距离为 L_1

$L_1=(v_0+v)\sqrt{\frac{2h}{g}}=492\ \text{m}$

第二发子弹打到靶的下沿时，装甲车离靶的距离为 L_2

$$L_2 = v\sqrt{\frac{2h}{g}} + s = 570\ \text{m}$$

L 的范围是:$492\ \text{m} < L \leq 570\ \text{m}$.

【解析】 (1)根据匀减速运动的运动规律可直接求解装甲车匀减速运动时的加速度大小.

(2)由于子弹做平抛运动,所以子弹在水平方向做匀速直线运动,在竖直方向上做自由落体运动,根据两个子弹的水平位移可以求解两个子弹在空中飞行的时间,再根据自由落体运动的运动规律求解两个子弹射到靶上时的高度,从而解得两个弹孔之间的距离.

(3)根据自由落体运动的运动规律可以求解没有射到靶上的子弹在空中飞行的时间,根据匀速直线运动的运动规律可以分别求解两个子弹没有射中靶时 L 的范围,可知若有一个子弹射中,则只可能是第一发子弹没有射中,而第二发子弹射中靶,进而可以得到 L 的范围.

261.【答案】 (1)小滑块与木板间的滑动摩擦力 $f = \mu F_N = \mu mg$.

小滑块在滑动摩擦力 f 作用下向右做匀加速运动的加速度 $a_1 = \frac{f}{m} = \mu g = 4\ \text{m/s}^2$.

木板在拉力 F 和滑动摩擦力 f 作用下向右做匀加速运动的加速度 $a_2 = \frac{F-f}{M}$,

使 m 能从 M 上滑落的条件为 $a_2 > a_1$,

即 $\frac{F-f}{M} > \frac{f}{m}$,解得 $F > \mu(M+m)g = 20\ \text{N}$.

(2)设 m 在 M 上面滑行的时间为 t,恒力 $F = 22.8\ \text{N}$,木板的加速度 $a_2 = \frac{F-f}{M} = 4.7\ \text{m/s}^2$,小滑块在时间 t 内运动位移 $s_1 = \frac{1}{2}a_1t^2$,木板在时间 t 内运动的位移 $s_2 = \frac{1}{2}a_2t^2$,又 $s_2 - s_1 = L$,解得 $t = 2\ \text{s}$.

【解析】 (1)以小滑块为研究对象,小滑块的加速度完全由木板对其的摩擦力提供,若想使小滑块滑下木板,则只需使木板的加速度大于小滑块的加速度即可,根据牛顿第二定律,分别列出小滑块与木板的牛顿第二定律方程,联立求解恒力 F 的大小范围.

(2)根据牛顿第二定律,可以求解木板的加速度大小,根据运动学规律,列出小滑块和木板的位移方程,而当滑块滑下木板时,二者位移之差恰为木板的长度,联立即可求解小滑块在木板上滑动的时间.

262.【答案】 (1)当 $\theta = 30°$ 时,物块匀速运动,则

$mg\sin\theta = \mu F_N$

$F_N - mg\cos\theta = 0$

解得动摩擦因数

$$\mu = \tan\theta = \tan 30° = \frac{\sqrt{3}}{3}.$$

(2)当 θ 变化时,物块的加速度 a 为

$mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta = ma$

设物块的位移 x,根据 $v_0^2 = 2ax$ 得

$$x = \frac{v_0^2}{2g(\sin\theta + \mu\cos\theta)}$$

令 $\tan\alpha = \mu$,则当 $\alpha + \theta = 90°$ 时 x 最小

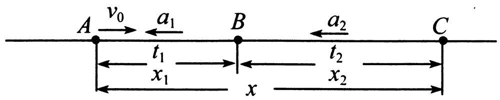
解得 $\theta = 60°$

x 最小值为 $x_{\min}=\dfrac{v_0^2}{2g(\sin 60°+\mu\cos 60°)}=\dfrac{\sqrt{3}v_0^2}{4g}=\dfrac{5\sqrt{3}}{2}$ m.

【解析】 (1)当 $\theta=30°$时,物块匀速下滑,此时物块受力平衡且滑动摩擦力方向沿斜面向上,在与木板平行方向和垂直方向分别列出受力平衡式,联立可求得物块与木板间的动摩擦因数.

(2)当 θ 变化时,可根据牛顿第二定律求得物块的加速度 a,根据运动学基本公式可列出物块的位移关于夹角 θ 的式子,从而得到当物块沿木板滑行的距离最小时,夹角 θ 满足的条件,并求得最小距离.

263.【答案】 (1)如图所示:



A 为飞机着陆点,AB、BC 分别为两个匀减速运动过程,C 点停下.

A 到 B 过程,依据运动学规律有:

$$t_1=\frac{v-v_0}{-a_1}=\frac{v_0-v}{a_1}$$

$$x_1=\frac{v^2-v_0^2}{2(-a_1)}=\frac{v_0^2-v^2}{2a_1}$$

B 到 C 过程,有:

$$t_2=t-t_1=t-\frac{v_0-v}{a_1}$$

$$a_2=\frac{v}{t_2}=\frac{v}{t-\dfrac{v_0-v}{a_1}}=\frac{a_1v}{a_1t-v_0+v}.$$

(2)$x_2=\dfrac{v^2}{2a_2}=\dfrac{v(a_1t-v_0+v)}{2a_1}$

$$x=x_1+x_2=\frac{va_1t-vv_0+v_0^2}{2a_1}.$$

【解析】 (1)飞机在第一个减速阶段,根据运动学的相关公式可求得飞机在有减速伞的情况下的运动的时间和路程;又因为已知两个减速阶段的总时间,从而可以求出飞机在第二个减速阶段的时间,根据运动学相关公式可求得第二个阶段的飞机加速度大小.

(2)求出第二阶段的路程,与第一阶段的路程相加,即得总路程.

264.【答案】 (1)过 ETC 通道时,减速的位移和加速的位移相等,均为

$$S_1=\frac{v_1^2-v_2^2}{2a}$$

所以总的位移 $S_{总1}=2S_1+10=210$ m.

(2)过 ETC 通道时 $t_1=\dfrac{v_1-v_2}{a}\times 2+\dfrac{10}{v_2}=22$ s

过人工收费通道时 $t_2=\dfrac{v_1}{a}\times 2+20=50$ s

$$S_{总2}=\frac{v_1^2}{2a}\times 2=225 \text{ m}$$

二者的位移差 $\Delta S=S_{总2}-S_{总1}=(225-210)\ \text{m}=15\ \text{m}$

在这段位移内过 ETC 通道时是匀速直线运动

所以 $\Delta t=t_2-\left(t_1+\dfrac{\Delta S}{v_1}\right)=27\ \text{s}$.

【解析】 (1)由匀变速直线运动规律 $v_t^2-v_0^2=2as$ 及已知数据可知 ETC 通道加速段与减速段位移相等,并由此公式算出这两段位移,再加上匀速行驶距离,即为最后的总位移.

(2)由匀变速直线运动规律计算出 ETC 通道加速段与减速段的时间,再加上中间匀速段的时间,即为 ETC 通道的通过时间. 在人工收费通道时,先由匀变速直线运动规律计算出减速段与加速段的用时,再加上缴费时间,即为人工收费通道用时;又通过计算,得到人工通道运动过程的位移大于 ETC 通道运动位移,汽车过 ETC 通道后以速度 v_1 匀速行驶,根据运动学公式算出当两通道汽车走相同位移所对应时间. 最后对人工通道时间与 ETC 的两段时间作差可得节省的时间.

265.【答案】 (1)对甲车速度由 20 m/s 减速至 6 m/s 的位移

$x_1=\dfrac{v_{甲}^2-v_0^2}{2a_{甲}}=91\ \text{m}$

$x_2=x_0+x_1=100\ \text{m}$

即:甲车司机需在离收费站窗口至少 100 m 处开始刹车才不违章.

(2)设甲、乙两车从甲开始刹车到两车速度相同时的时间为 t,由运动学公式得:

$v_{乙}-a_{乙}(t-t_0)=v_{甲}-a_{甲}t$

解得:$t=8\ \text{s}$

相同速度 $v=v_{甲}-a_{甲}t=4\ \text{m/s}<6\ \text{m/s}$

即 $v=6\ \text{m/s}$ 的共同速度为不相撞的临界条件

乙车从开始以 34 m/s 减速至 6 m/s 的位移为

$x_3=v_{乙}t_0+\dfrac{v_{乙}^2-v_0^2}{2a_{乙}}=157\ \text{m}$

所以要满足条件甲、乙的距离 $x=x_3-x_1=66\ \text{m}$.

【解析】 (1)甲车速度从 20 m/s 匀减速至 6 m/s,加速度为 $a_{甲}=2\ \text{m/s}^2$,由此根据运动学公式可求得甲车匀减速运动的距离 x_1,加上规定的距离 $x_0=9\ \text{m}$ 即为甲车司机需在离收费站窗口前开始刹车的路程.

(2)根据运动学规律可求得甲车和乙车速度减至相等时的共同速度,该速度小于6 m/s,所以约束甲乙两车间距离的是"通过收费站窗口前 $x_0=9\ \text{m}$ 区间的速度不超过6 m/s"的条件,也就是只要乙车在通过收费站窗口前9 m 的时候速度减小到 6 m/s,甲乙一定不会相撞,根据运动学规律求得甲乙两车间的最小间距.

266.【答案】 (1)设连续两次撞击铁轨的时间间隔为 Δt,每根铁轨的长度为 l,则客车的速度为 $v=\dfrac{l}{\Delta t}$

其中 $l=25.0\ \text{m}$,$\Delta t=\dfrac{10.0}{16-1}\ \text{s}$

解得 $v=37.5\ \text{m/s}$.

(2)设从货车开始运动后 $t=20.0\ \text{s}$ 内客车行驶的距离为 s_1,货车行驶的距离为 s_2,货车的加速度为 a,30 节货车车厢的总长度为 $L=30\times16.0\ \text{m}$

由运动学公式有 $s_1=vt$,$s_2=\dfrac{1}{2}at^2$

由题意,有 $L=s_1-s_2$

联立解得 $a=1.35\ \text{m/s}^2$.

【解析】 (1)注意位移间隔是15根铁轨,而不是16根.$v=\frac{s}{t}$代入数据即可.

(2)超过的车厢节数代表着位移之差,只需算出二者分别的位移,进而求得加速度.

267.【答案】 (1)设物体做匀减速直线运动的时间为Δt_2,初速度为v_{20},末速度为v_{2t},加速度为a_2,则

$$a_2=\frac{v_{2t}-v_{20}}{\Delta t_2}=-2\ \text{m/s}^2 \quad ①$$

设物体所受的摩擦力为F_f,根据牛顿第二定律,有

$$F_f=ma_2 \quad ②$$

$$F_f=-\mu mg \quad ③$$

联立②③得

$$\mu=\frac{-a_2}{g}=0.2. \quad ④$$

(2)设物体做匀加速直线运动的时间为Δt_1,初速度为v_{10},末速度为v_{1t},加速度为a_1,则

$$a_1=\frac{v_{1t}-v_{10}}{\Delta t_1}=1\ \text{m/s}^2 \quad ⑤$$

根据牛顿第二定律,有

$$F-F_f=ma_1 \quad ⑥$$

联立③⑥得

$F=\mu mg+ma_1=6$ N.

(3)解法一:由匀变速直线运动位移公式,得

$$x=x_1+x_2=v_{10}\Delta t_1+\frac{1}{2}a_1\Delta t_1^2+v_{20}\Delta t_2+\frac{1}{2}a_2\Delta t_2^2=46\ \text{m}.$$

解法二:根据$v-t$图象围成的面积大小,得

$$x=\left(\frac{v_{10}+v_{1t}}{2}\times\Delta t_1+\frac{1}{2}\times v_{20}\times\Delta t_2\right)=46\ \text{m}.$$

【解析】 0~6 s,物体在拉力和摩擦力的共同作用下,做匀加速运动;6~10 s,物体仅在摩擦力的作用下做匀减速直线运动.

(1)由6~10 s的图读出第二个加速度,根据牛顿第二定律求解.

(2)由0~6 s的图读出第一个加速度,利用第一问已知的摩擦力,根据牛顿第二定律求解.

(3)可根据匀变速直线运动位移公式求解;匀变速运动也可根据公式$s=\frac{v_1+v_2}{2}t$求解;由$v-t$图象的包围面积代表位移求解也可.

268.【答案】 由题图乙得:$a=\frac{v}{t}=0.5\ \text{m/s}^2$

前2 s有:$F_1-mg\sin\alpha=ma$

2 s后有:$F_2=mg\sin\alpha$

代入数据解得:$m=1$ kg,$\alpha=30°$.

【解析】 根据力F变化前后两种情况,在沿杆的方向分别应用牛顿第二定律列式,联立即可解得m和α.

269.【答案】 (1)A 从 H 处自由下落,机械能守恒:

$$mgH=\frac{1}{2}mv_{A1}^2$$

解得:$v_{A1}=\sqrt{2gH}$.

(2)小鱼 A 入水后做匀减速运动,

$$2gH=2a_Ah_A$$

得减速加速度:

$$a_A=\frac{H}{h_A}g$$

$$F_{浮A}=\frac{10}{9}mg$$

由牛顿第二定律:

$$F_{浮A}+f_A-mg=ma_A$$

解得:

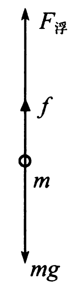
$$f_A=mg\left(\frac{H}{h_A}-\frac{1}{9}\right).$$

(3)同理可得

$$f_B=mg\left(\frac{H}{h_B}-\frac{1}{9}\right)$$

$$f_A:f_B=\frac{(9H-h_A)h_B}{(9H-h_B)h_A}.$$

【解析】 本题分为两个过程,在水面之上时,鱼只受重力,做自由落体运动,进入水中之后,鱼受力如图



鱼在三力作用下做匀减速运动.

问题求解:(1)由动能定理,求得鱼的速度.

(2)整个过程中鱼先匀加速运动,再匀减速运动,利用连接点速度相同,联立运动学公式,可方便求得减速运动的加速度,再由牛顿第二定律,求得阻力.

(3)同理求得 B 的阻力,进而求得比值.

270.【答案】 (1)设卫星的质量为 m,地球的质量为 M

在地球表面附近满足 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ ①

得 $GM=R^2g$

卫星做圆周运动的向心力等于它受到的万有引力

$m\frac{v_1^2}{R}=G\frac{Mm}{R^2}$ ②

①式代入②式,得到 $v_1=\sqrt{Rg}$.

(2)考虑①式,卫星受到的万有引力为

$F=G\frac{Mm}{(R+h)^2}=\frac{mgR^2}{(R+h)^2}$ ③

由牛顿第二定律:$F=m\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)$ ④

③、④式联立解得 $T=\frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{(R+h)^3}{g}}$.

【解析】 (1)卫星以第一宇宙速度绕地飞行时,轨道半径为地球半径 R,万有引力提供向心力,根据圆周运动速度公式及万有引力公式,联立即可求解.

(2)此问与第一问区别在于圆周运动半径不同,分析方法一致,万有引力提供向心力,根据圆周运动周期公式和万有引力公式,联立即可求解.

271.【答案】 (1)汽车从 O 到标志杆 B 的过程中

$L_{OA}+\Delta L=v_0\Delta t+v_0(t_B-\Delta t)-\frac{1}{2}a(t_B-\Delta t)^2$

汽车从 O 到标志杆 C 的过程中

$L_{OA}+2\Delta L=v_0\Delta t+v_0(t_C-\Delta t)-\frac{1}{2}a(t_C-\Delta t)^2$

联立方程解得

$v_0=16\ \text{m/s}$

$a=2\ \text{m/s}^2$.

(2)汽车从开始到停下运动的距离

$x=v_0\Delta t+\frac{v_0^2}{2a}$

可得 $x=72\ \text{m}$

因此汽车停止运动时车头前端面在 CD 之间离 D 的距离为 $L=L_{OD}-x-\Delta s=6\ \text{m}$.

【解析】 (1)发出指令后,学员甲需要 $\Delta t=0.5\ \text{s}$ 的反应时间,在这段时间内,车做匀速直线运动,之后车将做匀减速直线运动,已知学员乙经过 B、C 杆时的时间,根据运动学相关公式列式,求得刹车前汽车做匀速运动的速度大小及汽车开始刹车后做匀减速直线运动的加速度大小.

(2)汽车从开始到停下,先做0.5 s的匀速运动,后做匀减速运动直至停止,根据运动学相关公式列式,求得汽车从开始到停下运动的距离为72 m,$OD=(44+12\times3)\ \text{m}=80\ \text{m}$,则车前端到 D 的距离为 $L=80-72-\Delta s=6\ \text{m}$,即停止运动时车头前端离 D 的距离为6 m.

272.【答案】 (1)汽车 A 的位移为:$x_A = v_A t$

汽车 B 的位移为:$x_B = v_B t - \frac{1}{2}at^2$

两车间距为:$\Delta x = x_B - x_A + x_0$

当 $t = \frac{v_B - v_A}{a} = 3$ s 时,Δx 最大,

解得:$\Delta x_m = 16$ m.

(2)汽车 A 恰好追上汽车 B 时,$\Delta x = 0$

解得:$t = 7$ s > 5 s

此时汽车 B 已经静止,则:$v_A t' - \frac{v_B^2}{2a} - x_0 = 0$

解得:$t' = 8$ s.

【解析】 (1)当汽车 A 和汽车 B 的速度相同时,两者间距达到最大值,汽车 A 一直做匀速直线运动,汽车 B 做匀减速运动,根据运动学公式,分别列出位移公式,再根据位移关系,即可求得最大间距.

(2)首先应该判断,汽车 A 追上汽车 B 时,B 车是否已经静止,根据(1)求得的时间大于 B 匀减速到静止的时间,所以追上时汽车 B 已经静止,最后根据位移关系求解时间.

273.【答案】 (1)分两种情况,当小球对管下部有压力时,则有

$mg - 0.5mg = \frac{mv_1^2}{R}$ 得:$v_1 = \sqrt{0.5gR}$

当小球对管上部有压力时,则有

$mg + 0.5mg = \frac{mv_2^2}{R}$ 得:$v_2 = \sqrt{1.5gR}$.

(2)小球从管口飞出做平抛运动

$2R = \frac{1}{2}gt^2$ 得:$t = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$

小球对管下部有压力时:$x_1 = v_1 t = \sqrt{2}R$.

对管上部有压力时:$x_2 = v_2 t = \sqrt{6}R$.

【解析】 (1)由于对管壁的压力方向未知,所以分两种情况进行分析;对小球进行受力分析,重力和管壁的支持力的合力提供向心力,列出牛顿第二定律方程求解小球的速度.

(2)根据平抛运动规律先求解下落时间,再根据不同初速度分别求解水平距离.

274.【答案】 (1)由匀变速直线运动规律可得:$a = \frac{\Delta s}{t^2}$ ①

将数据代入①式可解得小球的加速度 $a = 5$ m/s^2. ②

(2)B 点的速度等于 AC 段的平均速度 $v_B = \frac{s_{AC}}{2t}$ ③

将数据代入③式可解得:$v_B = 1.75$ m/s. ④

(3)由于相邻相等时间的位移差恒定,即:

$s_{CD} - s_{BC} = s_{BC} - s_{AB}$ ⑤

由⑤式解得:$s_{CD} = 2s_{BC} - s_{AB} = 0.25$ m. ⑥

(4)设 A 点小球的速率为 v_A,由匀变速运动规律可得:$v_A = v_B - at$ ⑦

将数据代入⑦式解得:$v_A = 1.25$ m/s ⑧

所以 A 球的运动时间 $t_A=\frac{v_A}{a}$ ⑨

由⑨式解得:$t_A=0.25$ s,故 A 球的上方正在滚动的小球还有两个.

【解析】 (1)根据匀变速直线运动 $\Delta x=aT^2$ 很容易求得小球的加速度.

(2)要求拍摄时 B 球的速度,根据匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于该过程的平均速度,所以求 AC 段的平均速度即可.

(3)根据匀变速直线运动相邻相等时间的位移差相等求出拍摄时 C、D 之间的距离.

(4)A 球上面滚动的小球有几个,其实际的问题是 A 运动的时间内释放的小球数,因为已经求得加速度,所以根据匀加速直线运动很容易求得小球 A 在斜面上运动的时间,因为每隔 0.1 s 释放一个小球,就可以求得 A 球上面滚动的小球数(此处需要取整).

275.【答案】 (1)对整体,设人的质量为 m_1,小车质量为 m_2,斜面对小车的摩擦力为 $f_1=k(m_1+m_2)g$,小车对人的静摩擦力为 f_2,绳子上的张力为 F,则:$2F-(m_1+m_2)\cdot g\sin 30°-f_1=(m_1+m_2)a$,可得 $a=2\ \mathrm{m/s^2}$,故人与车一起运动的加速度大小为 $2\ \mathrm{m/s^2}$,方向沿斜面向上.

(2)对人受力分析,$F-m_1g\sin 30°+f_2=m_1a$,可得 $f_2=140$ N,方向沿斜面向上.

(3)撤去拉力后,人和车共同加速度为:$a'=-(g\sin 30°+0.1\ g)=-6\ \mathrm{m/s^2}$,人和车一起滑到最高点所用时间 $t=\frac{0-v}{a'}=0.5$ s.

【解析】 (1)将人和车看成整体,对整体分析,受总重力、两个拉力、支持力和斜面的摩擦力,根据牛顿第二定律求出整体的加速度.

(2)人和车具有相同的加速度,根据人的加速度,求出人的合力,从而根据人的受力求出人所受摩擦力的大小和方向.

(3)由牛顿第二定律确定加速度,由于滑到最高点时速度为零,故可由速度公式可求得时间.

276.【答案】 令 x_1 表示未加 F 时弹簧的压缩量,由胡克定律和共点力平衡条件可知 $m_Ag\sin\theta=kx_1$ ①

令 x_2 表示 B 刚要离开 C 时弹簧的伸长量,a 表示此时 A 的加速度,由胡克定律和牛顿运动定律可知

$kx_2=m_Bg\sin\theta$ ②

$F-m_Ag\sin\theta-kx_2=m_Aa$ ③

由②③式可得

$a=\frac{F-(m_A+m_B)g\sin\theta}{m_A}$ ④

由题意

$d=x_1+x_2$ ⑤

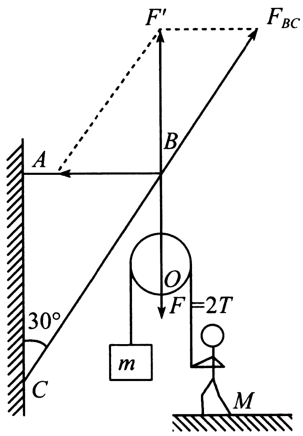
由①②⑤式可得 $d=\frac{(m_A+m_B)g\sin\theta}{k}$

即物块 B 刚要离开 C 时物块 A 的加速度大小为 $\frac{F-(m_A+m_B)g\sin\theta}{m_A}$,从开始到此时物块 A 的位移为 $\frac{(m_A+m_B)g\sin\theta}{k}$.

【解析】 先对物块 A 进行受力分析,根据平衡条件求出弹簧弹力后再得到弹簧的压缩量;物体 B 刚要离开挡板时,与挡板间无作用力,弹簧弹力刚好等于 B 重力沿斜面的分力,可以求弹簧的伸长量,进而得到物体 A 的位移;最后在对物体 A 受力分析,根据牛顿第二定律求出加速度.

277.【答案】 (1)对人进行受力分析,根据平衡条件有:$F_N = Mg - mg = 200$ N.

(2)滑轮对结点 B 的拉力为:$F = 2mg = 600$ N,以结点 B 为研究对象,进行受力分析,如图:



根据共点力平衡得:

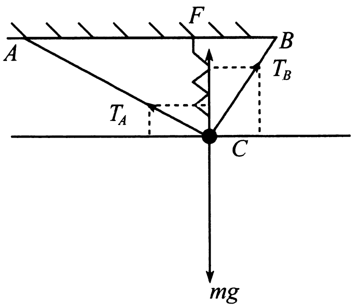
$F_{AB} = F\tan 30° = 200\sqrt{3}$ N;

$F_{BC} = \dfrac{F}{\cos 30°} = 400\sqrt{3}$ N.

【解析】 (1)对人进行受力分析,根据人所受的合力为零,求出地面的支持力.

(2)求出 BO 绳的拉力,对 B 点受力分析,求出绳 AB 和轻杆 BC 所受力的大小.

278.【答案】 由题意可知:弹簧此时的长度 $L = AC\sin 30° = 2$ cm > 1.5 cm,故弹簧被拉长,且 $\Delta x = 0.5$ cm,物体的受力如图所示:



则:$T_A\cos 30° - T_B\sin 30° = 0$

$T_A\sin 30° + T_B\cos 30° + k\Delta x - mg = 0$

解得:$T_A = 30$ N,$T_B = 30\sqrt{3}$ N,所以细线 AC、BC 对小物体的拉力大小分别为 30 N 和 $30\sqrt{3}$ N.

【解析】 首先根据直角三角形的几何知识确定弹簧受拉还是受压,然后以 C 为研究对象进行受力分析,正交分解,然后根据平衡条件列方程求解即可.

279.【答案】 (1)包装盒先在斜面上做匀加速运动,然后在水平面上做匀减速运动,故包装盒运动到 B 点时速度最大为 v_m,设包装盒在斜面上运动的加速度大小为 a_1

根据牛顿第二定律,有

$mg\sin 30° = ma_1$

根据运动学公式,有

$v_m^2 = 2a_1 \dfrac{H}{\sin 30°}$

解得:$v_m = 4$ m/s.

(2)设包装盒在水平面上运动的加速度大小为 a_2

根据牛顿第二定律,有:

$\mu mg = ma_2$

根据运动学公式,有:

$v_m^2 = 2a_2 L$

解得:$\mu = 0.4$.

(3)包装盒在斜面上运动的时间为 t_1

根据运动学公式,有:

$v_m = a_1 t_1$

得 $t_1 = 0.8$ s

由于 $t > t_1$,故包装盒已经经过 B 点,做匀减速运动 $t - t_1 = 0.2$ s

设 $t = 1.0$ s 时速度大小为 v

根据运动学公式,有:

$v = v_m - a_2(t - t_1)$

解得:$v = 3.2$ m/s.

【解析】 (1)包装盒先在斜面上加速,然后在水平面上减速,所以 B 点的速度为最大速度. 包装盒在斜面上受到重力和支持力,根据牛顿第二定律列式求出加速度,结合运动学公式可以计算 B 点速度.

(2)对减速过程运用牛顿第二定律列式,结合速度位移公式列式即可求解.

(3)先判断在斜面上的加速时间,再根据速度时间关系公式求解 $t = 1.0$ s 时速度的大小.

280.【答案】 (1)设货物质量为 m,则货车质量为 $4m$,货物受重力沿坡面向下的分力和摩擦力,由牛顿第二定律可得:

$ma_{货} = mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta$

解得:$a_{货} = g\sin\theta + \mu g\cos\theta = 5\ \text{m/s}^2$,沿坡床向下.

(2)对货车进行受力分析可得:

$4ma_{车} = f + 4mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta$,其中 $f = 0.44 \times 5mg$

解得:$a_{车} = \dfrac{11}{2}\ \text{m/s}^2$

则车从坡面底端运动到距顶端 38 m 过程中有:

对车:$v_0 t - \dfrac{1}{2}a_{车} t^2 = s_{车}$

对货:$v_0 t - \dfrac{1}{2}a_{货} t^2 = s_{货}$

其中 $s_{货} - s_{车} = 4$ m

代入数据解得:$t = 4$ s

$s_{车} = 48\ \text{m}$

则制动坡长度为 $l = s_{车} + l_{车} + 38\ \text{m} = 98\ \text{m}$.

【解析】 (1)对货物进行受力分析,根据牛顿第二定律列出方程式求解货物的加速度.

(2)对车进行受力分析,根据牛顿第二定律列出方程式求得车的加速度;然后根据题意分别对车和货物列出运动学方程式,联立求得车第一段运动的时间及位移,进一步可求得制动坡床长度.

281.【答案】 (1)若微粒打在探测屏 AB 的中点,则有$\frac{3h}{2} = \frac{1}{2}gt^2$,解得 $t = \sqrt{\frac{3h}{g}}$.

(2)设打在 B 点的微粒的初速度为 v_1,则有 $L = v_1 t_1$,$2h = \frac{1}{2}gt_1^2$

解得 $v_1 = L\sqrt{\frac{g}{4h}}$

同理,打在 A 点的微粒初速度为 $v_2 = L\sqrt{\frac{g}{2h}}$

所以微粒的初速度范围为 $L\sqrt{\frac{g}{4h}} \leqslant v \leqslant L\sqrt{\frac{g}{2h}}$.

(3)打在 A 和 B 两点的动能一样,则有$\frac{1}{2}mv_2^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 + 2mgh$

联立解得 $L = 2\sqrt{2}h$.

【解析】 (1)微粒在竖直方向做自由落体运动,由运动学公式即可求解.

(2)微粒做平抛运动,水平方向做匀速运动,竖直方向做自由落体运动,分别在 A、B 点列运动学方程,即可算出速度的范围.

(3)直接由动能相等列出方程,求解即可.

282.【答案】 (1)对滑块受力分析可得:

$mg\sin\theta = F\cos\theta$

代入数据可得:$F = \frac{10\sqrt{3}}{3}$ N.

(2)由题意可知,滑块滑到木板上的初速度大小为 10 m/s

当 F 变为水平向右之后,由牛顿第二定律可得:

$mg\sin\theta + F\cos\theta = ma$

解得:$a = 10\ \text{m/s}^2$

下滑的位移 $x = \frac{v^2}{2a}$

解得:$x = 5$ m

故下滑的高度 $h = x\sin 30° = 2.5$ m.

(3)由图象可知,二者先发生相对滑动,当达到共速后一块做匀减速运动,设木板与地面间的动摩擦因数为 μ_1,滑块与木板间的摩擦因数为 μ_2. 二者共同减速时的加速度大小 $a_1 = 1\ \text{m/s}^2$,发生相对滑动时,木板的加速度 $a_2 = 1\ \text{m/s}^2$,滑块减速的加速度大小 $a_3 = 4\ \text{m/s}^2$

对整体受力分析可得:$a_1 = \frac{\mu_1(M+m)g}{M+m} = \mu_1 g$

可得:$\mu_1 = 0.1$

在0 ~ 2 s内分别对 m 和 M 做受力分析可得：

对 M：$\mu_2 mg - \mu_1(M+m)g = Ma_2$

对 m：$\mu_2 mg = ma_3$

代入数据解方程可得：$M = 1.5\ kg$.

【解析】 (1)对滑块进行受力分析，根据共点力平衡在沿斜面方向上列平衡方程可得出水平力 F 的大小.

(2)对滑块进行受力分析，根据牛顿第二定律求出滑块的加速度 a，然后根据运动学基本公式可以求出下滑的位移 x，最后再根据几何关系得到滑块下滑的高度 h.

(3)先根据乙图得到滑块和木板各个阶段的加速度，对 M 和 m 整体进行受力分析，根据牛顿第二定律得，木板与地面间的动摩擦因数；在滑块与木板相对滑动阶段，对滑块和木板分别进行受力分析，根据牛顿第二定律计算得木板的质量.

283.【答案】 (1)设火车的加速度为 a、经过第一根路标时的速度为 v_1，根据匀变速直线运动的位移公式得

$$s = v_1 t_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

$$2s = v_1 t_2 + \frac{1}{2}at_2^2$$

其中 $s = 100\ m$、$t_1 = 5\ s$、$t_2 = 9\ s$

解得 $a = \frac{10}{9}\ m/s^2 \approx 1.11\ m/s^2$、$v_1 = \frac{155}{9}\ m/s \approx 17.22\ m/s$.

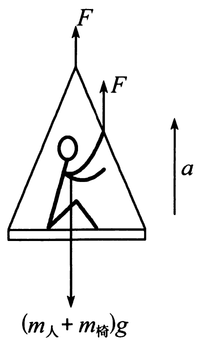
(2)设火车经过第三根路标时的速度为 v_2，根据匀变速直线运动的速度公式得

$v_2 = v_1 + at_2$

代入数据得 $v_2 = 27.21\ m/s$.

【解析】 根据题意由火车经过第一根路标到经过第二根路标的时间间隔5 s，由火车经过第二根路标到经过第三根路标的时间间隔4 s，列出方程式求解加速度的大小及在第一根路标时的速度大小，再由加速度公式求出加速度. 由速度公式求出车经过第三根路标时的速度大小.

284.【答案】 (1)设运动员受到绳向上的拉力为 F，由于跨过定滑轮的两段绳子拉力相等，吊椅受到绳的拉力也是 F. 对运动员和吊椅整体进行受力分析如图所示

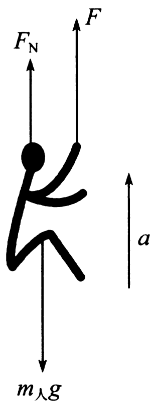


则有 $2F - (m_人 + m_椅)g = (m_人 + m_椅)a$，解得：$F = 440\ N$

由牛顿第三定律，运动员竖直向下拉绳的力

$F' = 440\ N$.

(2)设吊椅对运动员的支持力为 F_N,对运动员进行受力分析如图所示,则有



$F+F_N-m_人g=m_人a$

$F_N=275\ N$

由牛顿第三定律,运动员对吊椅的压力也为275 N.

【解析】 (1)本题主要考查牛顿第二定律和第三定律.定滑轮两段绳子拉力相等,对由运动员和吊椅组成的系统进行受力分析可知,整个系统受到重力和向上的拉力,由牛顿第二定律可列方程:$2F-(m_人+m_椅)g=(m_人+m_椅)a$,由此可求得运动员竖直向下拉绳的力 F.

(2)对运动员进行受力分析,运动员受到绳的拉力、重力以及吊椅对人的支持力,由牛顿第二定律:$F+F_N-m_人g=m_人a$,可解得支持力 F_N,由牛顿第三定律可知,运动员对吊椅的压力大小等于支持力大小,即可求得答案.

285.【答案】 (1)对初始时刻:$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma_0$

由图(b)读出 $a_0=4\ m/s^2$ 代入解得:

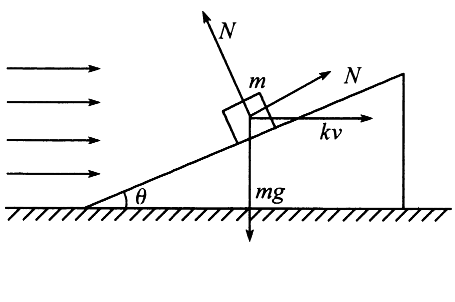
$\mu=\dfrac{g\sin\theta-a_0}{g\cos\theta}=0.25.$

(2)对末时刻加速度为零:$mg\sin\theta-\mu N-kv\cos\theta=0$,又

$N=mg\cos\theta+kv\sin\theta$,由图(b)得出此时 $v=5\ m/s$ 代入解得:

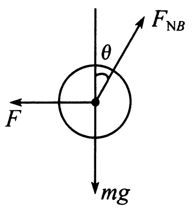
$k=\dfrac{mg(\sin\theta-\mu\cos\theta)}{v(\mu\sin\theta+\cos\theta)}\approx0.84\ kg/s.$

【解析】 (1)物体受力分析如图所示,初始时刻有 $mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma_0$,可解得物体与斜面间的动摩擦因数 μ.

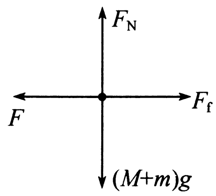


(2)由加速度 a 与风速 v 的关系的题图(b)可知 $v=5\ \text{m/s}$ 时,加速度 $a=0$,由牛顿第二定律列出方程可求出比系数 k.

286.【答案】 选取 B 为研究对象,如图甲,根据平衡条件有:



甲



乙

竖直方向上:$F_{NB}\cos\theta=mg$

水平方向上:$F_{NB}\sin\theta=F$

解得 $F=mg\tan\theta$

再以 A 和 B 为研究对象,如图乙,根据平衡条件有:

$F_N-(M+m)g=0\quad F=F_f$

可得:$F_N=(M+m)g$,$F_f=F=mg\tan\theta$.

【解析】 对 B 受力分析,列出平衡方程可求出墙壁对 B 的支持力;对 A、B 整体受力分析,列出平衡方程可求出地面对三棱柱支持力和摩擦力.

287.【答案】 (1)设推力作用在木箱上时的加速度大小为 a_1,根据牛顿运动定律得

$F-\mu mg=ma_1$

解得 $a_1=3\ \text{m/s}^2$.

(2)撤去推力后,木箱的加速度大小为 a_2,根据牛顿运动定律得

$\mu mg=ma_2$

解得 $a_2=1\ \text{m/s}^2$

推力作用在木箱上时间 t 内的位移为

$$x_1=\frac{1}{2}a_1t^2=\frac{3}{2}t^2$$

撤去力 F 后木箱继续滑行的距离为

$$x_2=\frac{(a_1t)^2}{2a_2}=\frac{9}{2}t^2$$

木箱停在有效区域内,要满足条件

$L_1-L_2\leqslant x_1+x_2\leqslant L_1$

解得 $1\ \text{s}\leqslant t\leqslant\sqrt{\frac{7}{6}}\ \text{s}$.

【解析】 (1)木箱受推力和摩擦力,根据牛顿第二定律可求出加速度.

(2)先求出撤去推力后的加速度,再分别算出推力作用时的位移以及撤去推力后的位移,再找出临界条件,可算出时间满足的条件.

288.【答案】 (1)A 到 D 过程:根据动能定理,有 $mg(2R-R)-\mu mg\cos 37°\cdot\frac{2R}{\sin 37°}=0-0$,$\mu=\frac{1}{2}\tan 37°=0.375$.

(2)若滑块能到达 C 点,根据牛顿第二定律,有 $mg+F_N=\frac{mv_c^2}{R}$,$v_c\geqslant\sqrt{Rg}=2$ m/s.

A 到 C 的过程:根据动能定理,有 $-\mu mg\cos 37°\cdot\frac{2R}{\sin 37°}=\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv_0^2$,$v_0=\sqrt{v_C^2+2gR}\geqslant 2\sqrt{3}$ m/s.

(3)离开 C 点做平抛运动,

$x=v_Ct$,

$y=\frac{1}{2}gt^2$,

$\tan 37°=\frac{2R-y}{x}$

$5t^2+3t-0.8=0$

解得 $t=0.2$ s.

【解析】 (1)由题意可知,滑块恰能滑到与 O 等高的 D 点,速度为零,对 A 到 D 过程,运用动能定理列式可求出动摩擦因数 μ.

(2)滑块恰好能到达 C 点时,由重力提供向心力,根据牛顿第二定律列式可得到 C 点的速度范围,再对 A 到 C 过程,运用动能定理求初速度 v 的最小值.

(3)离开 C 点做平抛运动,由平抛运动的规律和几何知识结合求时间.

289.【答案】 (1)物体做匀加速运动 $L=\frac{1}{2}at_0^2$

$a=\frac{2L}{t_0^2}=\frac{2\times 20}{2^2}$ m/s^2 $=10$ m/s^2

由牛顿第二定律 $F-f=ma$

$f=30\text{ N}-2\times 10\text{ N}=10\text{ N}$

所以 $\mu=\frac{f}{mg}=\frac{10}{2\times 10}=0.5$.

(2)设 F 作用的最短时间为 t,物体先以大小为 a 的加速度匀加速 t 秒,撤去外力后,以大小为 a' 的加速度匀减速 t' 秒到达 B 处,速度恰为0,由牛顿运动定律

$F\cos 37°-\mu(mg-F\sin 37°)=ma$

$a'=\frac{f}{m}=\mu g=5$ m/s^2

由于匀加速阶段的末速度即为匀减速阶段的初速度,因此有

$t'=\frac{a}{a'}t=\frac{11.5}{5}t=2.3t$

$L=\frac{1}{2}at^2+\frac{1}{2}a't'^2$

所以 $t=\sqrt{\frac{2L}{a+2.3^2a'}}=\sqrt{\frac{2\times 20}{11.5+2.3^2\times 5}}$ s ≈ 1.03 s.

【解析】 (1)物体做匀加速直线运动,由运动位移和时间可以求出加速度,对物体受力分析,由牛顿第二定律可求出滑动摩擦力和动摩擦因数 μ.

(2)力 F 作用最短时间应使物体刚好滑动到 B,由牛顿第二定律可分别求出有拉力作用和无拉力作用时物体的加速度 a 和 a',根据匀加速阶段的末速度即为匀减速阶段的初速度及位移之间的关系列方程式,从而求出拉力作用时间.

290.【答案】 (1)A 球做竖直下抛运动,由竖直下抛物体运动规律可得:

$h=v_0t+\frac{1}{2}gt^2$

代入数据得 $t=1$ s.

(2)B 球做平抛运动,由平抛运动规律可得:

$x=v_0t$

$y=\frac{1}{2}gt^2$

代入数据得 $x=10$ m,$y=5$ m

此时 A 球与 B 球的距离 $L=\sqrt{x^2+(h-y)^2}$

代入数据得 $L\approx14.1$ m.

【解析】 (1)A 球做竖直下抛运动,初速度和位移已知,根据匀加速运动的位移公式即可求出时间.

(2)B 球做平抛运动,在竖直方向的分运动为自由落体运动,在水平方向的分运动为匀速直线运动,根据第(1)问中求得的时间分别求出 B 球竖直方向和水平方向的位移,然后依据几何关系算出 A、B 间的距离.

291.【答案】 (1)由位移公式可得:$x=\frac{1}{2}at^2$ ①

沿斜面方向,由牛顿第二定律得:$mg\sin\theta-f=ma$ ②

将①②式联立并代入数值后,解得:$f=80$ N. ③

(2)在垂直斜面方向上,由力的平衡知识可得:$F_N-mg\cos\theta=0$ ④

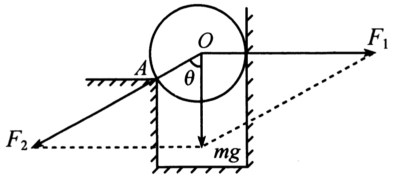
又由摩擦力公式可得:$f=\mu F_N$ ⑤

联立③④⑤并代入数值解得:$\mu\approx0.12$. ⑥

【解析】 (1)根据题中所给的运动条件能够求得游客连同滑草装置在下滑过程中的加速度,再根据牛顿第二定律求得受到的摩擦力.

(2)根据垂直于山坡斜面方向受力平衡得到支持力与重力的关系,再根据摩擦力公式代入上题中求得的摩擦力即可求得动摩擦因数.

292.【答案】 小球的重力产生的效果为挤压 A 点和挤压竖直墙面,将重力作用分解,如图所示:



小球对墙面的压力:$F_1=mg\tan\theta=100\sqrt{3}$ N,

小球对 A 点的压力:$F_2=\frac{mg}{\cos\theta}=200$ N,方向均如图所示.

【解析】 将小球的重力作用进行分解可以得到小球对墙面和对 A 点的压力;也可以对小球进行受力分析,列出平衡方程,解得小球受到的 A 点和竖直墙面给予的支持力,再结合牛顿第三定律可以得到小球对墙面和对 A 点的压力.

293.【答案】 由题图可知：a 车的速度 $v_a=\frac{8-2}{3}$ m/s $=2$ m/s

3 s 时，直线 a 和曲线 b 刚好相切，即此时 b 车的速度 $v_b'=v_a=2$ m/s

设 b 车的初速度为 v_b，对 b 车，$v_b+at=v_b'$，解得 $v_b=8$ m/s

a 车的位移 $s_a=v_at=6$ m

b 车的位移 $s_b=\frac{v_b+v_b'}{2}t=15$ m

$t=3$ s 时 a 车和 b 车到达同一位置，得 $s_0=s_b-s_a=9$ m.

【解析】 通过位移时间关系求得 a 车的速度，结合图象中 a、b 车的速度关系求得 b 车速度，运用末速度、加速度关系，求出 b 的初速度，然后运用速度位移关系分别求得 a、b 的位移，然后确定最初 a、b 车的距离.

294.【答案】 (1)设两人奔跑最大速度为 v_m，乙运动中加速度为 a，从静止开始全力奔跑达到最大速度的过程运动的位移为 x，乙在接棒时奔跑速度达到最大速度 80% 过程中运动的位移为 x'，根据匀变速直线运动速度位移关系式，有：

$v_m^2=2ax$

$(80\%v_m)^2=2ax'$

解得 $x'=0.64x$

即 $x'=16$ m.

(2)设乙距甲 x_0 处开始起跑，到乙接棒时所经历的时间为 t，由题意甲、乙两人在 t 时间通过的位移有如下关系：

$v_mt=x_0+x'$

又由平均速度求位移关系式可知乙的位移

$x'=\frac{0.8v_m+0}{2}t$

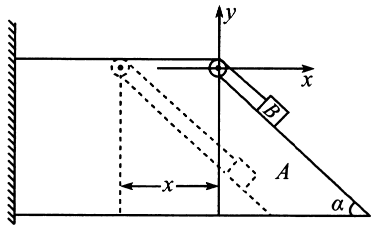
解得 $x_0=1.5x'=24$ m.

【解析】 (1)初速度为 0，利用匀加速直线运动的位移公式 $v^2=2ax$ 即可求解.

(2)利用平均速度公式求出乙加速至交棒的位移，甲做匀速直线运动，甲、乙的位移之差即为乙距离甲的起跑距离.

295.【答案】 (1)A 固定不动时，B 静止在斜面上，对 B 进行受力分析，根据平衡条件可得斜面 A 对 B 的支持力 $N=mg\cos\alpha$.

(2)方法一：以 A 固定不动时在斜面顶端的滑轮为坐标原点建立直角坐标系，如图所示.



假设刚开始 A 固定不动时，连接 B 到定滑轮的绳子长度为 l，B 的水平坐标为 $l\cos\alpha$，纵坐标为 $-l\sin\alpha$，

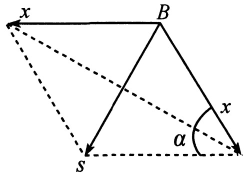
撤去固定 A 的装置后，连接 B 且到定滑轮的绳子长度为 $l+x$，B 的水平坐标为 $(l+x)\cos\alpha-x=l\cos\alpha+x(\cos\alpha-1)$，纵坐标为 $-(l+x)\sin\alpha$

所以 B 的水平位移为 $x'=l\cos\alpha+x(\cos\alpha-1)-l\cos\alpha=x(\cos\alpha-1)$

竖直位移为 $y=-(l+x)\sin\alpha+l\sin\alpha=-x\sin\alpha$

所以 B 的位移 $s=\sqrt{x'^2+y^2}=\sqrt{x^2(\cos\alpha-1)^2+x^2\sin^2\alpha}=\sqrt{2x^2(1-\cos\alpha)}=2x\sin\dfrac{\alpha}{2}$.

方法二:B 的运动可以看成先随斜面一起向左运动 x,再沿斜面向下运动 x,如下图所示:



将这两个运动进行矢量合成即可得到 $s=2x\sin\dfrac{\alpha}{2}$.

(3)整个运动过程中能量守恒,B 重力势能减少量为 $mgx\sin\alpha$,A 动能增加量为 $\dfrac{1}{2}mv_A^2$,B 动能的增加量为 $\dfrac{1}{2}m\left(v_A\cdot 2\sin\dfrac{\alpha}{2}\right)^2$,由机械能守恒有:$mgx\sin\alpha=\dfrac{1}{2}mv_A{}^2+\dfrac{1}{2}m\left(v_A\cdot 2\sin\dfrac{\alpha}{2}\right)^2$

解得 $v_A=\sqrt{\dfrac{2gx\sin\alpha}{3-2\cos\alpha}}$.

【解析】 (1)当 A 固定不动时,对 B 进行分析,由共点力的平衡求出 A 对 B 的支持力.

(2)方法一:建立直角坐标系,分别求出初末状态下 B 的横、纵坐标,根据几何关系求出 B 的位移.

方法二:根据运动的合成与分解,B 的位移为水平方向和沿斜面方向的合位移,根据矢量合成求出 B 的位移.

(3)根据整个系统能量守恒,B 重力势能的减小量等于 A 和 B 动能的增加量之和,列出等式,即可求出 A 的速度大小.

296.【答案】 (1)小球在竖直方向做自由落体运动,运动时间为:

$t=\sqrt{\dfrac{2H}{g}}=0.8\text{ s}$

小球在水平方向做匀减速运动,加速度:

$a=\dfrac{F}{m}=5\text{ m/s}^2$

水平位移:$s=v_0t-\dfrac{1}{2}at^2=4.8\text{ m}$.

(2)由动能定理:$E_{kt}-E_{k0}=mgH-Fs$

代入数据得:$E_{kt}=120\text{ J}$.

(3)小球离开杆后经过时间 t 的水平位移:$s=v_0t-\dfrac{1}{2}at^2$

由动能定理:$E_k-\dfrac{1}{2}mv_0^2=mg\cdot\dfrac{1}{2}gt^2-Fs$

将 $E_k=78\text{ J}$ 和 $v_0=8\text{ m/s}$ 代入得:

$125t^2-80t+12=0$

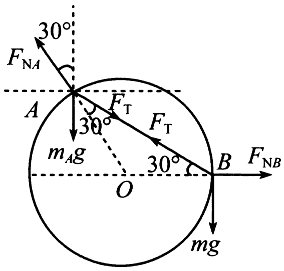
解得:$t_1=0.4\text{ s}$,$t_2=0.24\text{ s}$.

【解析】 (1)小球在竖直方向做自由落体运动,可以列式求出运动时间. 小球在水平方向做匀减速运动,根据牛顿第二定律列式求得加速度,根据匀加速直线运动公式,代入数据求出水平距离.

(2)由动能定理列式即可.

(3)列出风力调节的距离,列出动能表达式,代入数据即可.

297.【答案】 (1)对 B 球,受力分析如图所示:



$F_T\sin 30° = mg$

解得:$F_T = 2mg = 60$ N.

(2)对 A 球受力分析如图所示:

在水平方向上:$F_T\cos 30° = F_{NA}\sin 30°$

在竖直方向上:$F_{NA}\cos 30° = m_Ag + F_T\sin 30°$

联立以上方程

解得:$m_A = 2m = 6$ kg.

【解析】 (1)对 B 球受力分析,根据小球受力平衡可以求得绳的拉力的大小.

(2)通过对 A 球受力分析,根据受力平衡条件可以求得 A 球质量.

298.【答案】 (1)根据速度公式,得到

$$a = \frac{v_1}{t_1} = \frac{15}{10}\ \text{m/s}^2 = 1.5\ \text{m/s}^2$$

再根据位移公式,得到

$$x_1 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}\times 1.5\times 10^2\ \text{m} = 75\ \text{m}$$

这时出租车距载客处 75 m.

(2)根据 $v_2^2 = 2ax_2$,得到

$$x_2 = \frac{v_2^2}{2a} = \frac{30^2}{2\times 1.5}\ \text{m} = 300\ \text{m}$$

这时出租车从静止载客开始,已经经历的时间 t_2,可根据位移公式 $x_2 = \frac{1}{2}at_2^2$

解得 $t_2 = \sqrt{\frac{2x_2}{a}} = \sqrt{\frac{2\times 300}{1.5}}$ s $= 20$ s

这时出租车时间表应显示 10 时 11 分 15 秒. 出租车继续匀速运动,它匀速运动时间 t_3 应为 80 s,通过位移

$x_3 = v_2t_3 = 30\times 80$ m $= 2\ 400$ m

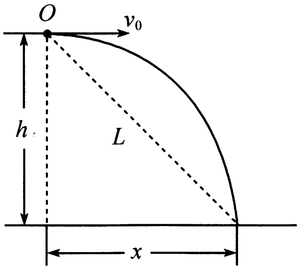
所以 10 时 12 分 35 秒时,计价器里程表应显示

$x = (300 + 2\ 400)$ m $= 2\ 700$ m.

【解析】 (1)出租车从出发点开始做初速度为零的匀加速直线运动,经过 10 s 时,已知其速度,根据运动学的基本公式可求得此时出租车离出发点的距离.

(2)出租车从出发点开始到时间表显示10时12分35秒时,先做初速度为零的匀加速直线运动,然后再做匀速直线运动,根据运动学基本公式,分别求得出租车两个运动阶段的位移,求和即得此时计价器的里程表示数.

299.【答案】 设抛出点的高度为 h,第一次抛出时水平射程为 x;当初速度变为原来2倍时,水平射程为 $2x$,如图所示:



由几何关系可知:

$L^2=h^2+x^2$ ①

$(\sqrt{3}L)^2=h^2+(2x)^2$ ②

①②联立,得:$h=\frac{\sqrt{3}}{3}L$

设该星球表面的重力加速度为 g

则竖直方向 $h=\frac{1}{2}gt^2$ ③

又因为$\frac{GMm}{R^2}=mg$ ④

由③④联立,得 $M=\frac{2\sqrt{3}LR^2}{3Gt^2}$.

【解析】 小球做平抛运动,高度一定时,水平位移与初速度成正比,由几何关系可求出小球抛出的高度和竖直方向的加速度大小,结合万有引力定律可求出星球的质量.

300.【答案】 (1)如图1,设平衡时,绳中拉力为 T,有 $2T\cos\theta-mg=0$ ①

由图知 $\cos\theta=\frac{\sqrt{6}}{3}$ ②

①②式解得 $T=\frac{\sqrt{6}}{4}mg$. ③

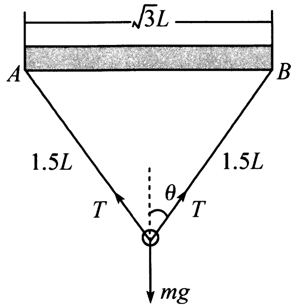


图1

(2)①此时,对小铁环受力分析如图2.有

$T'\sin\theta' = ma$ ④

$T' + T'\cos\theta' - mg = 0$ ⑤

由图知 $\theta' = 60°$. 代入④⑤式解得 $a = \frac{\sqrt{3}}{3}g$. ⑥

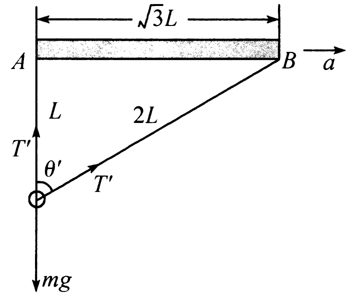


图 2

②如图3,设外力 F 与水平方向成 α 角,将杆和小铁环当成一个整体,有

$F\cos\alpha = (M+m)a$ ⑦

$F\sin\alpha - (M+m)g = 0$ ⑧

由⑥⑦⑧式解得 $F = \frac{2\sqrt{3}}{3}(M+m)g$

$\tan\alpha = \sqrt{3}$.

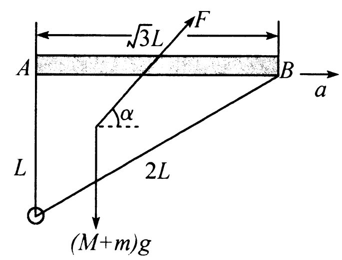


图 3

【解析】 图甲:绳两端拉力与重力合力为0,环静止.

图乙:对环,绳两端的拉力与重力的合力令环加速. 将环和杆看成一个整体,外力和它们的重力的合力提供加速度.

(1)根据环受力平衡可求出绳中拉力.

(2)①杆的加速度与环相同. 对环进行受力分析,绳两端拉力相同,可求出 a.

②整体法分析,外力与杆和环的合力提供加速度,可求出外力.